This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

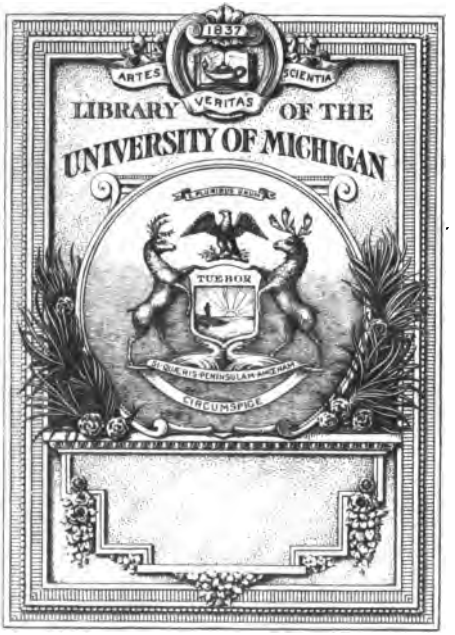
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

1837
ARTES VERITAS SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



QC
517
D37

ELE

L. 315
Catal. de Luc.
vol. 2

TRAITÉ
ÉLÉMENTAIRE
SUR
LE FLUIDE,
ELECTRICO-GALVANIQUE.

TRAITÉ

ÉLÉMENTAIRE

SUR

LE FLUIDE

ÉLECTRICO-GALVANIQUE;

PAR J.ean A.ndré DE LUC, 1727-1817

Des Sociétés Royales de Londres et de Dublin, de la Société des Scrutateurs de la Nature de Berlin et de Iena, et de plusieurs autres Académies.

TOME PREMIER.

A PARIS,

Chez la V.e NYON, libraire, rue du Jardinet, n.° 2.

A MILAN,

Chez J. LUC NYON, libraire français.

An X II. = 1804.

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE

Library Coll.
Perella
5-22-24
9149
ZV

SUR

LE FLUIDE

ÉLECTRICO-GALVANIQUE.

EN DEUX TRAITÉS:

I. *Sur le* fluide électrique ;

II. *Sur les* analogies *et* différences *observées entre les phénomènes* électriques *ordinaires et les phénomènes* galvaniques.

10-30-35 ART.

PRÉFACE.

1. Les phénomènes *galvaniques* ont donné lieu à diverses questions, dont la principale concerne l'*identité* ou la *non-identité* du *fluide* qui les produit, avec le *fluide électrique*, et c'est celle que j'ai en vue dans cet ouvrage.

2. Il ne pouvait s'élever aujourd'hui une question plus importante en physique, parce que dans les expériences qui la concernent, nous

avons de grands *phénomènes*, dont les *agents*, le plus souvent *imperceptibles*, se manifestent néanmoins en certaines circonstances ; ce qui fournit le cas rare d'une transition immédiate des *causes sensibles aux causes insensibles*, c'est-à-dire, de la *physique expérimentale* à la *physique rationnelle*, aujourd'hui fort négligée ; et il est heureux que les phénomènes *galvaniques* nous y rappellent.

3. Il y a bien longtemps que les hommes capables d'analyser par la pensée les phénomènes de l'univers, ont jugé que les *agents* qui les *produisent* devaient, pour la plupart, échapper à nos sens par leur *ténuité* ; c'est depuis EPICURE, DÉMOCRITE et LUCRÈCE que cette idée a été conçue ; et BACON, qui avait profondément étudié tout ce qu'on avait rassemblé de plus probable dans les sciences naturelles jusqu'à son temps, dit, en parlant du système de DÉMOCRITE : « On ne doit point s'effrayer ni se « défier des systèmes de ce genre, à cause de la « *subtilité* qu'ils supposent dans les *agents* de la « nature ; car on doit comprendre que les choses « les plus *petites* sont soumises au calcul comme « les plus *grandes* ; et l'on ne doit pas se figu- « rer non plus que cette doctrine soit une spé- « culation plus *curieuse* qu'*utile* ; car on peut « remarquer que presque tous les philosophes

« qui se sont fort occupés d'expériences et d'ob-
« jets particuliers, et qui ont comme *disséqué*
« la nature jusqu'au vif, tombent enfin tout
« naturellement dans de semblables recherches,
« quoiqu'ils n'en viennent pas heureusement à
« bout. » (*Cogitationes de naturâ rerum*, Pensée 1.)

4. Ce passage de BACON, dont les ouvrages sur la philosophie naturelle sont un commentaire continuel, renferme deux idées distinctes, dont la première, qui est générale, n'exigeait qu'une observation attentive des *phénomènes* les plus communs de la nature; c'est que les modifications des substances *perceptibles* qui constituent ces *phénomènes*, devaient être produites par des substances *imperceptibles*, qui, tantôt entrent dans la composition des substances *pondérables*, ou s'y unissent, tantôt s'en séparent, sans produire des changements *perceptibles* dans leur *poids*. L'autre idée, qui demandait un homme tel que BACON pour s'y élever, c'est que le non-succès dans la détermination de la nature de ces substances imperceptibles ne devait pas décourager ni empêcher de nouvelles recherches; parce qu'il provenait de causes auxquelles il y avait du remède, dont l'une des principales était une activité désordonnée à laquelle l'esprit humain se laissait en-

traîner, et qu'il fallait le modérer, en lui attachant des poids plutôt que des ailes. Ce défaut se manifeste souvent à l'égard des *causes imperceptibles ;* quand leur idée se présente à l'esprit, on est impatient de la réduire en système : après quelques expériences, on commence à les généraliser ; et *disséquant,* pour ainsi dire, la nature par la pensée, on la réduit à des particules *imaginées*, qui par-là sont le plus souvent *imaginaires.* Cependant l'esprit se contente de ces fictions pour aller en avant, et comme dit BACON, il s'habitue dans son *microcosme,* et ne jette plus que quelques regards vagues sur le *monde* lui-même. C'est à cela qu'il attribue principalement le peu de progrès qu'on avait faits jusqu'à son temps, dans la détermination, et même dans la découverte des *phénomènes* de l'univers, dont la conséquence était le *scepticisme* qui régnait dans bien des esprits. On ne *cherchait* pas ces *phénomènes,* on se les figurait d'après certains systèmes que chaque spéculateur avait conclus de quelque groupe de *faits* sur lesquels il avait plus particulièrement porté son attention. Les *systèmes* devaient par là être aussi divers que les assemblages casuels des *faits* dont ils étaient dérivés ; ce qui devait naturellement produire, chez ceux qui se bornaient à comparer ces systèmes,

le doute qu'on pût jamais en trouver aucun de solide dans la nature.

5. Cependant, par la force de son génie, Bacon sut tirer un très-grand parti de ce qu'il trouvait un peu déterminé, soit dans les *faits*, soit dans les *idées* de ses prédécesseurs, pour montrer du moins par quels moyens lorsque les *faits*, plus soigneusement rassemblés, seraient plus nombreux et mieux déterminés, on pourrait en faire usage pour pénétrer plus profondément dans la nature des choses. C'est ce que j'ai développé dans un *Précis de sa philosophie* qui vient d'être publié à Paris.

6. Entre ses préceptes pour parvenir à connaître l'essence des *agents physiques*, est celui-ci : de bien déterminer les analogies et différences entre des effets qui paraissent se rapprocher, et dont les causes, quoique presque imperceptibles, se manifestent néanmoins par des caractères distinctifs. C'est ainsi qu'il avait apporté le plus grand soin dans la comparaison de la *clarté* avec la *chaleur*, des *vapeurs* avec l'*air*, des *exhalaisons* avec les *fluides subtils* renfermés dans les corps, et d'autres phénomènes ainsi rapprochés, quoique différents ; et telle était sa sagacité, qu'avec bien peu de faits, et des faits même en grande partie très-indéterminés, il ébaucha quelques

théories, qu'il ne donnait que comme des exemples de l'application de ses méthodes, et qui cependant renfermaient déja de grandes vérités. Quels progrès n'aurait-il pas faits dans cette carrière, si la physique expérimentale, à laquelle il donna la première impulsion, eût été de son temps aussi avancée qu'elle l'est aujourd'hui, et si, en particulier, il eût eu à comparer, comme nous le pouvons, les phénomènes de l'*électricité* ordinaire avec ceux du *galvanisme*; phénomènes dont les *analogies* sont *très-grandes*, et dont les différences, qui peuvent être précisément définies, sont comme une clef tombée en nos mains pour parvenir à d'autres *fluides subtils*, que BACON regardait avec raison comme les agents les plus généraux des phénomènes sensibles, tant par les *propriétés chymiques* de ces *fluides* que par leurs *mouvements*.

7. Quand deux espèces d'*effets*, certainement produits par des substances *impondérables*, ont des *analogies* et des *différences*, ce sont des cas précieux pour le physicien, et auxquels il doit fortement s'attacher. Il faut chercher à découvrir, si les *analogies* procèdent de l'*identité* de la substance *subtile*, modifiée par certaines *circonstances*, ou si elles ne procèdent que de la *conformité* de quelques *circonstances*,

avec diversité des substances subtiles ; ce qui peut se manifester, ou par la *grandeur*, ou par la *nature* même des *analogies*, comparativement aux *différences*. Et comme ce qui est le mieux connu, ou qu'on peut le mieux connaître, doit naturellement servir d'échelon vers ce que l'on connaît le moins, il faut d'abord porter toute son attention à le bien déterminer, avant même de penser à la comparaison ; parce qu'ainsi, lorsqu'on viendra à cet examen, il portera déja sur des objets précis ; ce qui conduira probablement à de nouvelles expériences, pour déterminer plus précisément les phénomènes moins connus.

8. J'ai énoncé ces propositions préliminaires et leurs fondements, pour autoriser la marche que je suivrai dans l'exposition de mes recherches sur les phénomènes de la *pile galvanique*. Ceux de l'*électricité* ayant fait longtemps l'objet de mon étude, dans le but de découvrir la *nature* du *fluide* qui les produit, j'avais ainsi des points fixes de comparaison à l'égard des phénomènes du nouvel appareil ; de sorte que j'ai dirigé mes expériences sur celui-ci, en vue des *analogies* et des *différences* entre les deux classes de phénomènes.

9. Le résultat de ces expériences est que certainement les phénomènes de cette *pile* inven-

tée par M. VOLTA, sont produits par le *fluide électrique* lui-même ; en quoi j'ai la satisfaction de me trouver d'accord avec ce grand physicien; et je crois avoir aussi déterminé la cause des *différences* qu'on observe dans la comparaison des phénomènes de cet appareil avec ceux de l'*électricité* ordinaire. Mais les *analogies* sur lesquelles je me fonde principalement, s'étendent plus loin que les phénomènes communément cités à cet égard, la *commotion*, l'*inflammation*, les *étincelles*, les *propriétés chimiques*, et même les *mouvements électriques* considérés simplement comme semblables dans les deux cas; car quoique ces *analogies*, dans leur expression vague, soient connues de tous ceux qui s'occupent des expériences sur la *pile*, elles ne laissent pas moins subsister des doutes sur l'identité du *fluide*; parce qu'il n'y a qu'un petit nombre de physiciens qui aient fixé leur attention sur ce qui le distingue intrinséquement. Et ce n'est pas sur les phénomènes *galvaniques* seulement que cette inattention influe, c'est sur tout l'ensemble des phénomènes électriques, à l'égard desquels on ne voit point encore les physiciens réunis pour un même système, quoique depuis bien longtemps ces phénomènes fussent l'un des objets principaux de tous les *cours* de *physique expérimentale* et de tous les

ouvrages de *physique spéculative*. C'est là une circonstance bien remarquable, et il importe surement à l'avancement de la physique d'en découvrir la cause.

10. Pour montrer l'indécision où l'on se trouve encore sur les théories électriques, je crois ne pouvoir mieux faire que de citer la troisième et dernière édition du *Traité élémentaire* ou *Principes de physique* de M. Brisson, l'un des membres de l'ancienne académie des sciences de Paris, aujourd'hui membre de l'Institut national et professeur aux écoles centrales. C'est l'ouvrage d'un physicien qui paraît devoir être bien instruit des systèmes connus sur cet objet, ainsi que de leurs degrés de probabilité; puisque s'en occupant depuis bien longtemps, et n'ayant point fait lui-même de système, il a été libre de choisir. Il est traité fort au long dans cet ouvrage, car son chapitre sur l'*électricité*, dans le tome III, occupe 178 pages in-8.° petit caractère. J'en extrairai donc son opinion sur les principales *théories électriques*, et ce qu'il y trouve de plus certain; ce qui servira d'introduction critique au système que j'exposerai, en faisant remarquer plus surement ses parties distinctives, par les déterminations et les incertitudes de M. Brisson.

11. L'une des premières questions qui se pré-

sentent à l'égard des différentes théories électriques, est celle-ci : Que doit-on penser des distinctions sur lesquelles les physiciens se sont partagés entre les électricités nommées *vitrée* et *résineuse*, et les électricités *positive* et *négative*? Ceux qui admettent cette dernière distinction, introduite par le docteur FRANKLIN, regardent les *aigrettes* qui se manifestent aux extrémités des conducteurs électrisés par le *verre*, comme montrant la *sortie* du *fluide électrique* qui s'élance dans l'air; et le *point lumineux* qu'on observe à l'extrémité, soit des conducteurs électrisés par le *soufre* ou les *résines*, soit d'une pointe présentée à quelque distance d'un conducteur électrisé par le *verre*, comme l'*entrée* du *fluide* provenant de l'air. M. BRISSON ne pense pas ainsi; il regarde ce *point lumineux* comme une *petite aigrette*, manifestant aussi la *sortie* du fluide. Je vais rapporter ce qu'il dit à cet égard.

12. Après avoir décrit, au §. 2278, quelques phénomènes observés à l'extrémité d'un conducteur électrisé par un globe ou plateau de *verre*, il dit au §. 2279 : « Les mêmes effets ont lieu, « si la barre de fer est électrisée par un globe « ou un plateau de *soufre* ou de *cire d'Es-* « *pagne*; avec cette différence seulement, que « les phénomènes n'ont pas une si grande ap-

« parence; les *aigrettes lumineuses* sont consi-
« dérablement plus petites; on leur a donné
« le nom de *points lumineux;* mais elles sont
« comme les autres composées de rayons *di-*
« *vergents*, et elles paraissent, à qui les ob-
« serve attentivement, avoir un mouvement
« *progressif en avant* — §. 2280. Ce sont ces
« différences *dans la grandeur* des phénomènes
« qui ont donné lieu à ces distinctions d'électri-
« cité, en *vitrée* et *résineuse*, en *plus* et *moins*,
« en *positive* et *négative* — §. 2282. On dit
« qu'un corps est électrisé *positivement* ou en
« *plus*, lorsqu'il fait apercevoir l'*aigrette;* et qu'il
« est électrisé *négativement* ou en *moins*, lors-
« qu'il ne fait voir que le *point lumineux;* et
« l'on prétend que l'électricité *positive* ou en
« *plus* consiste en ce que le corps contient alors
« une *plus grande* quantité de *fluide électrique*
« qu'il n'en contenait dans son *état naturel;*
« et que l'électricité *négative* ou en *moins*
« consiste, en ce que ce corps contient une
« *moindre quantité* de fluide que dans son *état*
« *naturel*.... En conséquence on dit : que l'*ai-*
« *grette* est le signe de la *sortie* de la matière
« électrique, et que le *point lumineux* est le
« signe de son *entrée*. Mais cela ne s'accorde
« pas avec les faits suivants. »

13. Dans l'expérience dont il s'agit d'abord au

§. 2283, M. Brisson parle d'un homme *isolé* communiquant avec un conducteur électrisé par le *verre*, et voici les faits qu'il décrit. « Qu'il présente le *doigt* devant le visage ou « la main d'un autre homme *non-isolé* : ce « dernier sentira un *petit vent frais* qui por- « tera avec lui une *odeur de phosphore*. Si à « ce doigt on présente une bougie allumée, « une portion de la flamme et de la fumée « sera *soufflée* en avant. Si à ce doigt on ac- « croche un petit vase rempli d'eau et terminé « par un tuyau délié qui n'en permette l'écoule- « ment que goutte à goutte, cet *écoulement* « sera *accéléré*, et se fera par jets continus de « rayons divergents. Cela *doit être*, et l'on en « *voit la raison* : le doigt de l'homme *isolé* « représente l'extrémité d'un conducteur ter- « miné en pointe, à laquelle on voit une belle « *aigrette lumineuse*. » On voit ici la *raison* de l'illusion que se fait M. Brisson sur les phénomènes qu'il va comparer à ceux-là. Il pense que la cause du *vent* produit par le *doigt* de l'*homme isolé*, sur le visage ou la main de l'homme *non-isolé*, du vent qui *souffle* la flamme de la bougie qu'on présente à ce *doigt*, et de l'*accélération* de l'écoulement de l'eau par le tuyau délié, est une *impulsion* produite par le *fluide électrique* qui s'échappe du *doigt*. Si

cela était, il aurait raison dans la conclusion suivante.

« C'est donc cette *matière* qui, en *s'écou-*
« *lant*, fait le *vent*, qui fournit l'odeur de
« phosphore, qui *souffle* la flamme et la fumée,
« qui accélère l'écoulement de la liqueur. Main-
« tenant, que l'homme *non-isolé* présente le
« *doigt* devant la main ou le visage de l'homme
« *isolé*.... Il lui fera sentir le *vent* et l'odeur
« de phosphore ; il *soufflera* la flamme et la
« fumée de la bougie que tiendra l'homme
« isolé : si l'on accroche à ce *doigt non-isolé* le
« vase rempli d'eau, l'écoulement sera *accé-*
« *léré*. Les *mêmes effets* sont certainement pro-
« duits par la *même cause ;* le doigt *non-isolé*
« fournit *donc* une *matière* semblable à celle
« que nous avons dit être fournie par le doigt
« isolé.... Cependant le doigt *non-isolé* re-
« présente une pointe à laquelle on ne voit
« qu'un *point lumineux*. »

14. Je joindrai ici un autre phénomène rapporté par M. Brisson au §. 2284, avant de faire une remarque générale sur ce qu'il conclut de leur ensemble. « L'extrémité d'un con-
« ducteur électrisé par le *soufre*, et qui ne fait
« voir qu'un *point lumineux*, produit aussi les
« mêmes effets que nous venons de dire : elle
« fait sentir le *vent* et l'odeur de phosphore ;

« elle *souffle* en avant une portion de la flamme « et de la fumée d'une bougie; elle *accélère* « l'écoulement de la liqueur; elle *fournit donc* « elle-même le *fluide électrique*, en même « temps qu'elle en *reçoit* des corps voisins. « Pareillement, l'extrémité du conducteur élec- « trisé par le *verre*, *reçoit* du fluide des corps « voisins, en même temps qu'il leur en four- « nit. » M. Brisson retient donc ici l'hypothèse de l'*abbé Nollet* sur les *effluences* et *affluences* simultanées du *fluide électrique*, quoique d'ailleurs, comme on le verra, il n'admette aucune des explications que ce physicien en tire à l'égard des autres phénomènes électriques.

15. Mais comment ne lui est-il pas venu en pensée, que des *courants* simultanément *affluents* et *effluents* ne pouvaient produire une *impulsion* soutenue dans un même sens, comme il la suppose dans ces phénomènes? L'un des *courants* ne s'opposerait-il pas aux effets de l'autre? D'ailleurs, à même degré des différentes *électrisations* qu'il compare, il y a même *vent* senti, même *souffle* contre la flamme de la bougie, même accélération d'écoulement de l'eau par le tuyau délié; pourquoi donc n'y a-t-il pas aussi même phénomène visible? Pourquoi dans l'un des cas il y a une *aigrette*,

tandis que dans les deux autres, il n'y a qu'un point lumineux? « Il est vrai sans doute, que « les *mêmes effets* sont produits par la *même* « *cause ;* » mais pour appliquer cet *axiome* aux phénomènes dont il s'agit, il faudrait d'abord avoir prouvé que les phénomènes observés à l'extrémité d'un conducteur électrisé par le *verre*, sont des effets d'une *impulsion* exercée par le *fluide électrique ;* ce que M. Brisson ne fait pas, et ne saurait faire; car ces phénomènes procèdent d'une toute autre cause, que j'expliquerai en son lieu. Il faudrait encore qu'il y eût *identité* de *tous* les *effets ;* et voilà une *différence* essentielle dans l'*aigrette* et le *point lumineux* qui demeure sans explication. Mais ce ne sont pas ces circonstances seulement qui auraient pu faire douter M. Brisson de la solidité d'une hypothèse aussi inconcevable en elle-même qu'est celle, d'un même effet produit par l'*électrisation* d'un seul corps, sur ce corps lui-même et sur les corps qui l'environnent, de sorte qu'ils *se lancent mutuellement* une *même matière ;* il aurait dû, ce me semble, apercevoir que cette hypothèse ne pouvait tenir à rien de réel, puisqu'en même temps qu'il n'acquiesçait à aucune des théories qui lui étaient connues sur les autres phénomènes caractéristiques de l'*électricité*, il ne

pouvait tirer, pour leur explication, aucun parti de cette hypothèse particulière. C'est cet état où il laisse la *science électrique*, que j'ai principalement en vue.

16. Le premier objet de cette science doit être certainement de déterminer quelle est la *source* des phénomènes dont elle s'occupe. Ces phénomènes sont produits par un *fluide*, que nous n'apercevons point à l'ordinaire ; mais qui, dans certains cas, se manifeste à la *vue* et à l'*odorat*. Quand nous voulons soumettre ce *fluide* à des expériences, nous avons un moyen de le faire paraître, c'est le *frottement* entre certains corps. Quel est l'effet de cette opération? Si l'on ne peut s'en rendre compte, tout ce qu'on dit du *fluide électrique* et de ses modifications, tandis qu'il se fait encore apercevoir, ne peut être que hasardé, et l'on ne saurait comprendre non plus pourquoi il disparaît. Or, voyons comment M. Brisson considère la science électrique dès cette entrée. « Pour produire ces « phénomènes (dit-il, §. 2546), il faut com- « mencer par *électriser* les corps. Les uns « s'*électrisent* par *frottement*, les autres par « *communication*. Déterminer d'où vient cette « différence dans la manière dont les corps « s'*électrisent*, est, selon moi, une chose, sinon « *impossible*, du moins très-*difficile* ; nous ne connaissons

« connaissons pas assez pour cela la *nature des* « *corps*. Il vaut donc mieux avouer son *igno-* « *rance*, que de faire de mauvais raisonne- « ments ou des suppositions forcées. » Si c'est là vraiment le point où nous en sommes quant à la première *origine* des phénomènes *électriques* dans nos expériences; si l'expression *électriser* est encore si indéterminée, qu'on puisse l'appliquer également au corps *frotté* et à ceux qu'on met en communication avec lui; si, ne connaissant pas ce qui arrive au premier de ces corps et aux derniers, on aime mieux avouer cette *ignorance* que de faire de *mauvais raisonnements* ou des *suppositions forcées*; il me semble qu'il faudrait s'abstenir de *supposer* des *effluences* et *affluences* de *quelque chose* qu'on avoue ainsi ne pas connaître.

17. On va voir encore M. Brisson avouer son ignorance sur un autre genre d'effets qui n'est pas moins lié, par des rapports de *causes*, avec tous les phénomènes électriques; c'est ce qu'on nomme vaguement les *phénomènes des pointes*; et cependant c'est principalement aux *pointes* qu'il applique son hypothèse d'*effluence* et *affluence* d'une *matière* qu'elles *fournissent* et *reçoivent* simultanément; ce qu'il étend ensuite à tous les points de la surface des corps *électrisés* par le *verre* ou par les *résines*. Ces

phénomènes, que l'on identifie communément, renferment néanmoins deux cas très-distincts, que je vais définir. Un conducteur isolé qui reçoit du fluide électrique par le *verre*, ne peut le conserver, s'il a une *pointe* ailleurs qu'au point où il le reçoit, parce que là ce fluide se dissipe continuellement en *aigrette*. Tel est l'un des cas; et voici l'autre fort différent. Quand un conducteur est modifié par le *verre* ou par les *résines*, s'il est sans *pointe*, il conserve quelque temps cet état, quel qu'il soit; mais si l'on en approche une pointe qui communique avec le sol, il perd bientôt son *électrisation*. Si les *affluences* et *effluences* avaient quelque réalité, c'est là un phénomène bien propre à les faire connaître; or voyons si elles l'expliquent.

18. M. Brisson examine d'abord (§. 2412 et suiv.) l'explication donnée par le docteur Franklin de ces phénomènes, il n'en est pas satisfait, et je suis de son avis. Il passe (§. 2496 et suiv.) à l'hypothèse de M. Æpinus, et il en finit l'examen par ces mots : « Si l'on trouve « bonne cette explication du *pouvoir des* « *pointes*, on n'est pas difficile; » et il a encore évidemment raison. Il vient enfin à l'hypothèse de l'abbé Nollet, qui tente d'expliquer ces phénomènes par les *affluences* et *effluences*; il suit son explication jusqu'au §. 2574, toujours

en la critiquant; et il conclut ainsi sur ces phénomènes. « Cette explication n'est donc pas « plus satisfaisante que celles de FRANKLIN et « d'ÆPINUS. Il faudrait pouvoir en mettre une « meilleure à leur place, et j'avoue *mon im-* « *puissance* à cet égard. Ces messieurs, pour « soutenir leur opinion, ont fait d'assez mau- « vais raisonnements, j'aime mieux me taire « que de faire comme eux. Il me paraît très- « difficile de rendre raison de ces phénomènes. » Voilà donc les *effluences* et *affluences* déja bien décréditées, puisqu'elles ne servent à rien pour l'explication de cette seconde classe de phénomènes; tandis que c'est des *pointes* ou extrémités alongées des conducteurs, qu'on l'avait déduite.

19. La troisième classe de phénomènes que M. BRISSON examine, concerne ceux de la *bouteille de Leyde* ou du *tableau magique*, dont l'explication par le docteur FRANKLIN, a mis sa théorie si fort au dessus de celles qui l'avaient précédée et qui l'ont suivie; je veux dire celle des électrisations en *plus* et en *moins*. Mais cette théorie, quoique très-solide en elle-même, n'était, ni exacte dans son expression, ni accompagnée d'une explication solide du fait principal qu'elle représentait, savoir, qu'une *bouteille de Leyde*, dans l'état qu'on nomme sa

charge, a *perdu* à l'un de ses côtés presque autant de fluide électrique, qu'elle en a *reçu* de l'autre. Il est vrai encore que cette théorie, dans ses développements, ne renfermait rien qui expliquât la *divergence* d'une *paire de balles* électrisées, soit en *plus* soit en *moins*; et outre ces phénomènes dont elle ne fournissait point d'explication, elle n'expliquait pas même celui qui a rendu le docteur FRANKLIN fort célèbre, par l'application qu'il en a faite à des conducteurs pour *préserver* (croit-on) les édifices de la *foudre*; je veux dire l'effet des *pointes* présentées aux conducteurs *électrisés*. C'est par ce manque de détermination et d'explications *nécessaires*, que la théorie des *électrisations* en *plus* et en *moins*, quoique vraie en elle-même, est exposée encore à des objections très-solides, et qu'elle satisfait d'autant moins, qu'on est plus scrupuleux dans l'examen; comme l'a fait voir en particulier un physicien anglais, le docteur PEART.

20. M. BRISSON fait aussi l'examen de cette théorie (§. 2417 et suiv.), et en particulier quant à la *bouteille de Leyde*. Tant qu'il s'agit des faits sur lesquels le docteur FRANKLIN a fondé sa théorie, M. BRISSON est d'accord avec lui; mais il le critique dans l'explication, et ce n'est pas sans fondement. Il passe ensuite (§. 2500)

à la théorie de M. ÆPINUS sur le même phénomène. Cet habile physico-mathématicien admet la découverte du docteur FRANKLIN sur les électrisations *positive* et *négative*, ainsi que l'application de cette découverte aux phénomènes de la *bouteille de Leyde*; mais quand il entreprend de les expliquer par sa propre théorie, il en est à cent lieues, comme M. BRISSON le montre fort bien. Cette théorie, qui n'est que *formulaire*, était arrangée pour un seul phénomène, savoir les *mouvements* réciproques de deux petites *balles*; mais n'ayant point de fondement dans la physique, elle est étrangère à tous les autres phénomènes. M. BRISSON expose alors la théorie de l'ABBÉ NOLLET, principalement fondée sur les *effluences* et *affluences*; mais quand il vient à la *bouteille de Leyde*, il trouve aussi cette théorie en défaut; et il conclut ainsi (§. 2588) sur ce grand phénomène. « Parmi les différentes opinions sur cette fameuse « expérience, quelle est la bonne? Cela est bien « difficile à décider. Chacune paraît appuyée « sur des faits, qui semblent lui être favorables: « il y en a surtout qui paraissent prouver la *bonté* « des deux opinions les *plus opposées*, savoir « celle de l'ABBÉ NOLLET et celle de FRANKLIN; « les autres ne paraissent être, en quelque fa« çon, que des émanations de ces deux-là. »

21. M. Brisson n'adopte donc aucune des *théories électriques* qui lui sont connues; car les classes des phénomènes que je viens de parcourir; savoir, la cause de la *manifestation* du *fluide* que nous soumettons à nos expériences, les effets des *pointes*, les phénomènes divers des *mouvements électriques*, et ceux de la *bouteille de Leyde*, embrassent, directement ou indirectement, tout le champ de l'*électricité*; et s'il retient les *effluences* et *affluences* simultanées, c'est qu'il les regarde comme un *fait*, ou comme une conclusion si immédiate des *faits* qu'on ne saurait la révoquer en doute. Je vais suivre ses propositions sur ce point dans le résumé qu'il fait de l'ensemble des phénomènes, sous le titre de *propositions fondamentales*.

« §. 2512. La matière électrique *sort* tou-
« jours du corps *électrisé* dans l'air sous la
« forme de bouquets, ou d'*aigrettes* composées
« de rayons divergents entre eux; soit que le
« corps soit *électrisé* par le *verre*, soit qu'il
« soit *électrisé* par le *soufre* ou par quelque
« *résine* (C'est ce qu'on appelle *matière*
« *effluente*).

« 2520. Tous les corps qu'on *électrise*, soit
« par *frottement*, soit par *communication*, soit
« par le *verre*, soit par les corps *résineux*,

« *reçoivent*, surtout des corps *an-électriques* « qui les environnent, une *matière* semblable « à celle qu'ils *lancent* autour d'eux. C'est ce « que nous nommons *matière affluente*.

« 2521. Le fluide électrique se *meut* donc *de* « *la même manière* dans tous les corps.

« 2522. Tous ces corps *électrisés* sont donc « entourés d'une *atmosphère de ce fluide*, « qu'on nomme *matière électrique*, dont les « *rayons*, animés d'un mouvement progressif, « vont en *deux sens opposés*; les uns *partant* « du corps *électrisé* pour se porter aux corps « environnants, les autres *venant* à lui de ces « *corps*. Ces deux *courants* sont *simultanés*, « et l'un des deux est ordinairement plus fort « que l'autre.

« 2523. Les corps *électrisés attirent* et *re-* « *poussent*, dans le *même temps* et par le « *même côté* de leur surface, des *corps légers* « qui ne sont pas retenus par de grands obs- « tacles (2286). »

22. Tout ce qui précède cette dernière proposition n'est que des hypothèses; mais celle-ci mentionne un fait destiné à les prouver. Or, ce fait existe-t-il? M. Brisson renvoye au §. 2286 où l'on doit en trouver la preuve; ainsi il faut y recourir.

« *Expérience*. On sait qu'un corps électrisé

« *attire* et *repousse* dans le *même instant* des « *corps légers* qu'on lui présente, et cela par le « *même côté* de sa surface ; c'est-à-dire, que « les uns paraissent *attirés* dans le même temps « que les autres sont *repoussés*. Ces *attractions* « et *répulsions* sont certainement causées par « les deux *courants* dont nous venons de par- « ler : Le *courant* qui part des *corps qui avoi-* « *sinent* le *corps électrisé*, fait paraître ces « petits corps *attirés ;* et le *courant* qui vient « du corps électrisé, les *repousse ;* comme ces « deux effets ont lieu dans le *même instant*, « ces deux *courants* sont *simultanés*. » Suivent les expériences, dont la première, destinée à montrer les deux *courants*, est celle d'un globe de *verre* frotté auquel on présente d'autres corps ; mais comme M. Brisson avoue qu'il ne comprend rien à l'*électrisation*, je passe sur cet objet, qui me mènerait trop loin ici ; mais dont je traiterai en son lieu. Je viens donc aux exemples d'*attraction* et *répulsion* simultanées, qui sont proprement le *fait*, dont il s'agit de montrer la réalité.

« Dans le même instant qu'une petite feuille « de métal (suspendue par un fil) paraît atti- « rée par un conducteur électrisé, des corps « légers qui étaient *placés* dessus (auparavant) « en sont repoussés. » Je passe aussi un exemple

relatif à l'accélération d'écoulement de l'eau, dont je traiterai ailleurs pour venir au suivant, qui est semblable et plus clair. « Supposons « (dit M. Brisson) un grand nombre de *fils*, « fixés autour d'un *conducteur* qu'on électrise ; « chacun de ces *fils* se dirige de manière à re- « présenter les prolongements des rayons de ce « conducteur, si l'on y passe un *cerceau* garni « de *fils*. » (C'est-à-dire, si un tel *cerceau* est tenu par quelqu'un de manière qu'il soit comme le cercle d'une roue dont le conducteur serait l'axe.) « Ces derniers *fils* se dirigent tous vers « l'axe du *conducteur*. Les premiers sont di- « rigés par le fluide électrique qui *sort* du con- « ducteur, et les derniers par le fluide de même « espèce qui se porte du cerceau vers le con- « ducteur ; donc les deux courants en sens op- « posés sont simultanés. » Voilà qui est très-plausible, mais qui ne prouve rien, comme on va le voir.

23. J'ai interrompu la suite des résumés de M. Brisson pour recourir aux expériences auxquelles il renvoyait pour preuve de la proposition du §. 2523, et je viens de rapporter ces expériences ; mais immédiatement après, au §. 2524, il énonce un autre fait, qui va changer la scène. « Les corps *repoussés* par un corps « électrisé, ne manquent pas (dit-il) d'être

« *attirés* de nouveau par ce corps; sitôt qu'ils « ont *touché* quelque corps *an-électrique*. » Or voilà la clef de tous les phénomènes dont M. BRISSON, d'après l'ABBÉ NOLLET, M. JALABERT et les électriciens de ces temps-là, cherche à expliquer des *attractions* et *répulsions* simultanées, qui n'existent point comme ils les entendaient. Voici en quoi consistent ces phénomènes.

24. 1. *Fait.* Un corps léger suspendu par un fil *non-isolant* (je ne parle ici que de ce cas) libre de se mouvoir, mais non d'atteindre un conducteur électrisé dont on l'approche, se *porte* vers lui, s'élève à sa hauteur et s'y *fixe*. On sait, par expérience, que si le conducteur est électrisé par le *verre*, et qu'ainsi il soit dans l'état qu'on nomme *positif*, le petit corps passe dans l'état contraire ou *négatif*; et que si le premier est électrisé par le *soufre* ou quelque *résine*; ce qui le met dans l'état qu'on nomme *négatif*, le petit corps devient *positif*. Ainsi le petit corps s'approche toujours du conducteur, parce qu'il est dans un état électrique *opposé* au sien, quelle qu'en soit la cause.

2. *Fait.* Un corps léger suspendu à un conducteur électrisé, et qui, lorsqu'il s'en *écarte*, ne peut atteindre aucun autre corps, s'élève à

une certaine hauteur, se dirigeant par préférence vers le corps le plus voisin, s'il y en a quelqu'un d'assez proche, et il demeure *fixe*. Ce corps communiquant immédiatement au conducteur, participe au *même* état électrique, et il s'en *écarte*, comme *s'écartent* l'une de l'autre des balles suspendues et voisines, qui sont semblablement électrisées. C'est là, dis-je, encore le fait, quelle qu'en soit la *cause*.

Il ne s'agit donc pas ici de la *cause reculée* de ces phénomènes; je l'indiquerai et la démontrerai dans le traité suivant; je veux seulement montrer par là que celle que leur assigne M. Brisson est inutile, puisque les états *positif* et *négatif*, ou, si l'on veut, les états *opposés* quelconques auxquels ces phénoménes se rapportent, se *détruisent* l'un l'autre, et occasionnent l'*approche* mutuelle de deux corps qui *diffèrent* à cet égard, soit que ces états résultent des électrisations par le *verre* et par le *soufre* ou les substances *résineuses*, soit que l'on compare avec l'état du *verre* ou du *soufre* celui des corps qui les *frottent*; ce qui se fait aisément à l'aide des mouvements qui en résultent dans les corps libres.

25. Or par-là s'expliquent aisément les phénomènes du *cerceau* non-isolé garni à l'intérieur de *fils*, qui se *portent* vers un *conducteur* élec-

trisé passant par son centre, tandis que des *fils* fixés autour de ce *conducteur* se portent vers le *cerceau ;* phénomène qui frappe l'imagination, comme montrant à l'œil les rayons de courants partant de chacun de ces corps vers l'autre. Si le *conducteur* est électrisé par le *verre*, les *fils* du *cerceau* devenant *négatifs*, doivent se porter vers le *conducteur* qui est *positif ;* et les *fils* de celui-ci étant *positifs* comme lui, doivent s'en *écarter*, en se dirigeant, par préférence, vers les *fils* du *cerceau* qui sont *négatifs*. Ces états électriques réciproques seront inverses ; mais les directions des *fils* seront les mêmes, si le *conducteur* est électrisé par le *soufre* ou les *résines*.

26. C'est là un des cas les plus simples de la théorie des *mouvements électriques*, théorie que M. Brisson ne touche point, après néanmoins avoir critiqué les *causes* qu'assignent à ces phénomènes d'autres physiciens qui admettent les électrisations *positive* et *négative*. Mais ces critiques portent sur ce qu'on a dit des *causes reculées* de ces phénomènes, et non sur les faits. Il ne conteste pas que deux corps *différemment* électrisés, et, par exemple, l'un par le *verre* et l'autre par le *soufre*, s'approchent l'un de l'autre, et que s'ils viennent à se toucher, ils détruisent mutuellement leurs élec-

trisations, ni que deux corps *semblablement* électrisés, s'écartent l'un de l'autre. Or, cela suffit comme *théorie*, en attendant l'explication *physique* de ces lois certaines qui embrassent tous les cas; car celui d'un corps *électrisé* et d'un corps *non-électrisé* entre dans la première *loi*; ils s'approchent l'un de l'autre comme étant *différemment* électrisés.

27. Les cas généraux où les *lois* étant ainsi fixes, il ne s'agit que de trouver leur *cause*; c'est-à-dire, la raison *physique* de ces *mouvements* si bien déterminés. Tel est donc le but de l'hypothèse de l'ABBÉ NOLLET, répétée par M. BRISSON, savoir : « Que les corps *électrisés* « sont entourés d'une *atmosphère* de fluide « électrique, dont les *rayons*, animés d'un « mouvement progressif, vont en *deux sens* « *opposés;* les uns *partant* du corps électrisé « pour se porter aux *corps environnants*, les « autres venant à lui de *ces corps.* » Je ne m'arrête pas à ce que cette hypothèse a d'étrange; c'est-à-dire, que parce qu'on met immédiatement un corps en état de fournir des *courants* de certaine *matière;* les autres, sans aucune action immédiate, doivent émettre de semblables *courants :* je veux faire cette supposition pour en examiner les conséquences. Les *rayons* distincts de ces *courants* devant avoir une cer-

taine *épaisseur*, supposons-les d'abord autant ou plus *épais* que les *fils* dans l'expérience du *cerceau :* comment se pourrait-il que les *fils* de celui-ci ne reçussent jamais l'*impulsion* des *rayons* partant du *conducteur* vers lui, ou que les *fils* du *conducteur* ne fussent jamais *repoussés* par les rayons partant du *cerceau?* Avec de tels *courants*, les *fils* des deux côtés ne pourraient que voltiger, étant entraînés tour-à-tour par ces *courants* en directions opposées. Supposons, au contraire, les *rayons* si *minces* que, dans l'épaisseur des *fils*, il y en eût nombre, se mouvant en sens opposés; alors les fils frappés par leurs deux côtés à la fois, ne pourraient éprouver que quelques oscillations produites par l'inégalité des chocs simultanés.

28. L'expérience des corps légers *posés* sur un conducteur avant qu'on l'électrise, qui le *fuient* dès que l'on commence à l'électriser, tandis qu'une petite lame suspendue à un fil *non-isolant*, se porte vers lui, revient exactement à celle-là ; et en même temps qu'elle s'explique sans difficulté par la même théorie (laissant à part la *cause physique*), elle s'oppose de même à celle des *courants*. Les *corps légers* étant posés sur le *conducteur* avant qu'on l'*électrise*, éprouvent la même électrisation que lui, et doivent s'en *écarter;* et la *petite lame*, revêtant

l'état *opposé* au sien, doit s'en *rapprocher*. Mais dans l'hypothèse des *courants*, pourquoi la *lame* ne se trouve-t-elle jamais repoussée par ceux qui partent du *conducteur*, tant qu'elle n'arrive pas à le *toucher*? Et pourquoi, entre ces *petits corps* posés sur le *conducteur*, n'en est-il aucun qui soit *repoussé* vers lui par les *courants effluents*, dès qu'il s'élève? c'est-à-dire, pourquoi n'en retourne-t-il aucun, à moins qu'il ne rencontre et ne touche quelque corps peu distant, communiquant avec le sol?

29. Il semble que ces questions et les précédentes auraient dû se présenter à l'esprit de l'ABBÉ NOLLET et des autres électriciens de son temps, qui, pour expliquer ce qu'ils nommaient des *attractions* et *répulsions* simultanées, avaient recours à une matière *effluente* et *affluente*. Mais on n'avait encore dans ce temps-là nulle idée fixe sur aucun de ces étonnants phénomènes, encore nouveaux, par leur grandeur résultante de l'invention des *machines électriques*; de sorte que ces physiciens furent très-frappés du phénomène des *corps légers* posés sur un *guéridon* non-isolé, qui, lorsqu'on les place sous un conducteur *électrisé*, soit par le *verre* ou par le *soufre*, sont vus aussitôt en mouvement, les uns montant, en effet, dans

les mêmes temps où d'autres descendent ; ils en conclurent d'abord des *attractions* et *répulsions* simultanées par les *mêmes faces* des conducteurs électrisés; ce qui devint le plus grand objet de leurs spéculations, jusqu'à ce que la *bouteille de Leyde* parut ; puis l'habitude de cette expression l'a fait répéter comme *fait*. Cependant, si l'on eût suivi ces petits corps un à un, en les distinguant par des couleurs, on aurait pu voir que chacun d'eux, séparément, se meut comme les petits marteaux du *carillon électrique*, frappant alternativement le *conducteur* et le *guéridon ;* et comme ce n'est pas tout à la fois, les uns *vont* vers l'un des corps, tandis que d'autres en *reviennent ;* ce dont l'explication n'exigeait pas des *effluences* et *affluences*, puisqu'on n'appliquait pas cette hypothèse aux *allées* et *venues* des petites balles du *carillon*.

3o. Quoique M. Brisson n'admette aucun système à l'égard de tous les autres phénomènes électriques, il croit pouvoir fixer quelque chose sur la *nature* du *fluide* qui les opère, et il pense même qu'on est assez d'accord à cet égard. « Il est probable (dit-il §. 2226), et « presque tous les physiciens en conviennent, « que la *matière électrique* est la même que « celle de la *chaleur* et de la *lumière*. » Les analogies

analogies qu'il cite alors entre ces trois choses sont en effet connues; mais elles sont fort loin de prouver leur *identité*. Il y a déja une très-grande *différence* entre les *causes* de la *clarté* et de la *chaleur;* le *fluide électrique* ne les produit à la fois que par ses *étincelles*, et en certain cas par les *aigrettes;* et aucun de ces phénomènes, que M. Brisson dit ne pas concevoir, ne s'explique par rien qui appartienne ni à l'une ni à l'autre de ces deux *causes*. Il croit (§. 2229) qu'il y a de l'*analogie* entre l'*électrisation* et l'*échauffement* des corps *frottés;* quoiqu'il avoue (§. 2546) qu'il ne comprend rien au premier de ces phénomènes. Je dirai donc, seulement en passant, que ce qu'on exprime par le mot *électriser*, est l'acte de tirer un corps de l'*état électrique* commun aux autres, et que le corps qui en *électrise* un autre par *frottement*, est tiré lui-même de cet état dans un sens *contraire;* au lieu que deux corps qui se *frottent* mutuellement s'échauffent l'un et l'autre. Il croit aussi (§. 3517) que la *matière électrique*, comme la *matière* de la *chaleur*, *pénètre* tous les corps, et que seulement elle *pénètre* plus difficilement le *verre*. Mais les phénomènes dont on a conclu une *perméabilité* du *verre* à la *matière électrique*, indiquent un tout autre effet; elle ne le pénètre point du tout. En un mot, jusqu'à

ce qu'on ait compris en quoi consistent les phénomènes sur lesquels M. BRISSON ne trouve rien qui le satisfasse, il n'est pas possible de rien dire de réel sur la nature du *fluide électrique*, de ce *fluide* néanmoins qui, par son abondance sur notre globe, doit avoir des influences bien essentielles dans les phénomènes terrestres.

31. Il résulte donc de ce résumé du chapitre de l'*électricité* de M. BRISSON, quant à l'objet des *causes physiques*, qu'après son examen des théories qui lui étaient connues, il n'en a retenu qu'une seule hypothèse, celle des *effluences* et *affluences* d'une même *matière*, d'un corps électrisé et des corps voisins; et que cette hypothèse est une erreur: ce dont on ne pourrait que conclure, qu'il n'y a encore rien de certain dans cette branche importante de la physique expérimentale. Or, les conséquences de cette opinion, qu'il n'a pas seul, s'étendent plus loin qu'on ne le pense communément. C'est ainsi, par exemple, que le traducteur et commentateur des ouvrages de BACON, M. LASALLE dit dans une *note* des derniers volumes qu'il vient de publier (tome IV, page 234), parlant des *phénomènes électriques*: « Ces phénomènes « paraissent toujours une sorte de *magie* aux « physiciens plus désintéressés et assez judi-

» cieux pour concevoir nettement, *qu'on n'y « conçoit rien.* » Combien une telle assertion, dans un ouvrage dont le texte, ainsi que les notes et commentaires ont pour principal objet la connaissance de la *nature*, n'est-elle pas propre à y entretenir le *scepticisme?* Ceux qui s'en rapportent à ces jugements (et c'est le plus grand nombre) pourront-ils croire possible de s'élever aux *phénomènes généraux* par des *causes* intelligibles, s'ils persistent à croire, qu'à l'égard de phénomènes si précis, et aussi caractéristiques de quelque *cause immédiate* que le sont les *phénomènes électriques*, les physiciens *les plus judicieux* pensent encore que *l'on n'y conçoit rien?* Aussi cette opinion, et d'autres semblables sur l'état de la physique, ont-elles beaucoup influé sur les idées que se fait M. LASALLE des *causes générales* dans la nature, comme je le montre dans un appendice au *Précis de la philosophie de* BACON, dont j'ai déja parlé.

32. J'ai dit, en parlant des critiques que fait M. BRISSON des systèmes électriques, même de celui du docteur FRANKLIN (en ne le considérant que dans ses ouvrages), que je n'étais pas surpris de ce qu'il ne s'était déterminé pour aucun, et j'étais de son opinion jusqu'à l'année 1782. Mais ce qui m'étonne, c'est que dans ce

long chapitre de l'*électricité*, on ne voie paraître que vers la fin (§. 2597) le nom de M. VOLTA, et seulement pour faire mention de son *électrophore*, pour le décrire assez imparfaitement, et le rapporter à une expérience de l'ABBÉ NOLLET, avec laquelle cependant il n'a aucun rapport; ce qui prouve qu'il n'en a point conçu la théorie qui, avec celle du *condensateur* (cet autre admirable appareil du même physicien), aurait pu dissiper à ses yeux l'hypothèse des *effluences* et *affluences*. Cependant c'est dès l'année 1782, que M. VOLTA exposa sa théorie à divers physiciens de Paris; je le rencontrai souvent alors aux assemblées de l'académie des sciences, dont M. BRISSON était membre, et d'ordinaire, après la séance, la conversation roulait sur les diverses théories de cet habile physicien; mais elles sont *profondes*, et peu de gens prennent assez d'intérêt à la physique pour les suivre, sur quoi je rapporterai une anecdote, en la faisant précéder de l'état de doute, très-approchant de celui de M. BRISSON, où je me trouvais sur les théories électriques avant l'époque dont je parle.

33. Nous commençâmes, mon frère et moi, dès l'année 1749, à nous occuper d'électricité, dirigés d'abord par M. JALABERT; et l'on a pu voir dans une de ses lettres à l'ABBÉ NOLLET,

une expérience électrique que nous fîmes sur le Rhône en sa présence. Nous continuâmes quelque temps des expériences relatives à la *bouteille de Leyde*, qui nous éloignèrent de la théorie de l'ABBÉ NOLLET, et nous rapprochaient déja de celle que publia ensuite le docteur FRANKLIN; mais cela n'empêchait pas que nous ne trouvassions toujours beaucoup d'obscurité dans ces phénomènes. J'entrai ensuite dans le long cours de mes expériences sur les objets relatifs à la météorologie, qui dès-lors et pour longtemps occupèrent tous mes loisirs.

34. Cependant je suivais avec attention ce qui se publiait de relatif aux théories électriques; car je sentais de plus en plus combien tout se lie dans les phénomènes *atmosphériques*, auxquels le *fluide électrique* doit avoir quelque part essentielle, et que par conséquent il importait de le bien connaître; mais rien encore ne m'avait satisfait à cet égard, lorsqu'étant à Paris, en 1782, un de mes amis, avec qui je m'étais entretenu quelquefois de cet objet, me proposa de me mener chez M. BIANCHI, où il suivait un cours d'expériences électriques avec une assez nombreuse compagnie des deux sexes; me disant que ce jour-là M. VOLTA devait y faire quelques expériences relatives à une nouvelle théorie électrique, dont il l'avait entendu parler, et

qui lui paraissait très-importante ; ce qui me détermina à y aller.

35. Les expériences de M. Bianchi désignées pour ce jour-là précédèrent, et elles intéressèrent beaucoup les assistants, par des tours électriques très-bien imaginés. Quand ces expériences furent finies, il annonça M. Volta, et les nouvelles expériences qu'il avait à communiquer. M. Volta s'approcha d'une table, sur laquelle il plaça deux disques de bois couverts de feuille d'étain, portés en écran sur des pieds de verre, du haut desquels pendait une petite balle, au côté opposé à celui qu'ils se présentaient l'un à l'autre. Il prit ensuite une bouteille de Leyde chargée, et se disposa à ses expériences. C'est tout ce que j'en vis d'abord; car bientôt il se fit un cercle autour de lui ; et comme on doit de la déférence aux femmes, surtout quand on leur est étranger, ne voulant pas lutter pour avoir place avec les hommes de leur compagnie, je me trouvai entièrement hors du cercle, d'où seulement j'entendis d'abord quelquefois : que cela est joli ! que cela est intéressant ! Mais il y avait peu à voir et beaucoup à entendre ; ces petits phénomènes intéressèrent moins quand il fallut suivre leur analyse faite par le démonstrateur ; peu-à-peu le cercle diminua, et enfin il ne resta qu'un des premiers au-

diteurs, M. BIANCHI, mon ami et moi : ce quatrième était M. DE LA PLACE, qui témoigna, comme nous le fîmes mon ami et moi à M. VOLTA, un grand plaisir de ce que nous pourrions le suivre convenablement, s'il voulait bien répéter ces expériences. Cette anecdote n'est pas oiseuse ; car elle est un prélude de ce qui s'est passé depuis, même parmi les physiciens.

36. M. VOLTA, comprenant qu'il n'aurait que de bons auditeurs, recommença lui-même avec plaisir ses expériences ; et d'après une succession d'effets peu remarquables à l'œil, mais tous annoncés, il nous expliqua sa belle *théorie*. Nous fûmes frappés en particulier de la lumière qu'elle répandait sur les phénomènes de la bouteille de Leyde, en les faisant rentrer dans les *lois des influences électriques*, dont cette théorie est proprement la *généralisation*. M. DE LA PLACE l'admira comme mon ami et moi. En mon particulier je vis s'ouvrir le champ le plus vaste sur ce qui concernait les *fluides imperceptibles* par leur *poids ;* ce qui renouvella chez moi tout l'intérêt que j'avais pris autrefois à ces expériences. M. VOLTA voulut bien me permettre de le voir souvent pendant notre séjour commun à Paris ; bientôt après, il vint en Angleterre, où il eut la complaisance de me diriger pour la construction des appareils avec lesquels je com-

mençai de nouvelles expériences, dont je lui exposai les vues, et sur lesquelles je correspondis avec lui pendant quelque temps. Ces expériences que je suivis assidument, s'étendirent par degrés, et m'occupèrent pendant trois à quatre ans.

37. Comment M. BRISSON paraît-il n'avoir rien su de ces premières expériences, faites à Paris par M. VOLTA, en présence de divers physiciens, et en particulier chez M. LAVOISIER? N'aurait-il pas connu non plus l'exposition que j'en ai faite, avec divers développements de la *théorie* par ses *causes physiques*, dans mes *idées sur la météorologie*; ouvrage publié à Paris, en même temps qu'à Londres, en 1787? En réfléchissant sur la cause de cette inattention de la part de M. BRISSON, et de bien d'autres physiciens, voici ce que j'ai cru comprendre. Pour exécuter les expériences sur lesquelles se fondent la *théorie* de M. VOLTA, et mon système physique qui lui correspond, il aurait fallu se procurer des appareils semblables aux miens, que j'avais construits avec l'assistance d'un artiste de Londres, et aucun artiste n'a été engagé à en construire, pour les tenir prêts à la demande des physiciens, parce qu'on ne les a pas recherchés.

38. Pour remédier à cet inconvénient (car c'est surement un mal pour la physique, que

la *théorie électrique* de M. VOLTA soit si peu connue), j'ai profité des talents d'un artiste de Berlin, un des plus habiles constructeurs d'instruments de météorologie et aréométrie que je connaisse, M. RENARD qui m'a assisté dans l'exécution d'un ensemble de petits appareils électriques portatifs, avec lesquels on peut faire toutes les expériences qui servent à démontrer en même temps et la théorie de M. VOLTA, et mon système qui l'explique par ses *causes*. M. RENARD construit maintenant ces appareils, que je décrirai avec leur usage, après avoir exposé les principes qui y conduisent.

39. Longtemps avant l'addition qu'ont reçue les *phénomènes galvaniques* par la pile de M. VOLTA, j'avais écrit un ouvrage de physique sous le titre d'*Introduction à la physique terrestre*, qui contenait par conséquent un chapitre sur l'*électricité*; car le *fluide électrique* doit remplir quelque fonction importante dans les phénomènes terrestres, quoique nous ne l'apercevions encore que de fort loin. Cet ouvrage destiné à suivre mon *Précis de la philosophie* de BACON, a été retardé comme ce dernier par des ouvrages sur d'autres sujets que j'ai publiés à Berlin. Mais le *Précis de la philosophie* de BACON a déja paru à Paris; et l'*Introduction à la physique terrestre* est prête à paraître; mais la des-

cription et les usages des appareils électriques dont je viens de parler, ainsi que mes expériences galvaniques, y auraient trop grossi le chapitre de l'*électricité*, et bien des choses qui ont été publiées sur ce sujet à l'occasion du *galvanisme*, m'ont fait comprendre qu'il était nécessaire de rappeler précisément, tant la théorie de M. VOLTA, que ses conséquences quant à la *nature* du *fluide électrique*. Je me suis donc déterminé à en faire un ouvrage à part; ne réservant pour le chapitre de l'*électricité* dans l'autre ouvrage, que ses conséquences relatives à la *physique terrestre*.

40. Le traité suivant n'est donc destiné qu'à définir, élémentairement, la *nature* du *fluide électrique* et ses propriétés sensibles, tandis qu'il réside sur tous les corps, ne donnant aucun autre signe de sa présence que les *mouvements* qu'il occasionne dans les corps libres. Après quoi, dans le second traité, je montrerai, d'après la nature des *analogies* observées entre les phénomènes *électriques* et les phénomènes *galvaniques*, que c'est un même *fluide* qui les produit; mais leurs *différences* prouvent en même temps que ce *fluide* subit en lui-même une modification distinctive par l'effet du *galvanisme*; ce qui m'a conduit à le nommer alors *électrico-galvanique*.

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE

SUR

LE FLUIDE ÉLECTRIQUE.

INTRODUCTION

Relative à la différence entre les THÉORIES *et les* SYSTÈMES *en physique.*

41. J'AI distingué dans la préface la théorie de M. VOLTA *sur les phénomènes électriques*, d'avec mon *système* sur le *fluide* qui les *opère;* et c'est par une raison générale que je dois d'abord exposer.

42. Dans la recherche des *causes physiques;* il est deux pas très-distincts qu'il est nécessaire de désigner par des noms différents, parce qu'en les confondant, on tombe souvent dans l'erreur. On ne peut découvrir les *causes* des *phénomènes*, sans les bien connaître eux-mêmes; or, lorsqu'ils sont très-compliqués, il n'y a que leur *généralisation* qui puisse aider l'esprit à saisir leur ensemble, et cette *généralisation* se fait sous des expressions abrégées qu'on nomme *lois* des *phénomènes*. J'en donnerai pour exemple la plus grande et l'une des plus importantes

généralisations de ce genre, celle qui est désignée en astronomie sous le nom de *lois de* KEPLER. C'est par cette *généralisation* seulement que NEWTON put parvenir à la grande découverte de la *gravité universelle*, *phénomène* qu'il *généralisa* aussi sous deux *lois*. Jusque-là il n'y avait point d'idée de *cause ;* il ne s'agissait que de *phénomènes* bien *déterminés*, et il restait ces deux questions relatives aux *causes : qu'est-ce* qui produit la *gravité?* Comment les planètes ont-elles *acquis* le mouvement qui lutte contre la *gravité*, celui de *projectile?* Telles furent les questions qui naquirent des *lois* de NEWTON, et c'est par elles que M. LESAGE a pu assigner à la *gravité* une *cause mécanique*. Cet exemple me servira en même temps à faire comprendre la nécessité de distinguer par des noms différents, les deux pas qui conduisent à la découverte des *causes ;* c'est pour que l'on ne confonde pas, comme on l'a fait sur le grand objet dont je viens de parler, de simples *lois* des *phénomènes*, avec des *causes* qui les produisent, comme on l'a fait en envisageant la *gravité* comme *cause* d'elle-même : elle devient *cause* sans doute pour divers phénomènes subordonnés dont s'occupe la *physique particulière ;* mais en *physique générale*, elle ne peut être considérée que comme un *phéno-*

mène que NEWTON est parvenu à découvrir précisément, et qui doit avoir une *cause*. Ainsi je désignerais par le mot *théories*, les *lois* découvertes et fixées par KEPLER et par NEWTON, et par celui de *système*, la *physique mécanique* de M. LESAGE qui s'applique à la *gravité*; les premières n'exprimant ainsi que des *phénomènes généralisés*, et les *systèmes* indiquant des *causes*; deux objets distincts qui doivent avoir différents noms.

43. C'est donc sous ce point de vue que je considère le rapport des déterminations de M. VOLTA, quant aux *phénomènes électriques* avec les miennes. Avant la *généralisation* faite *de ces phénomènes* par ce célèbre physicien, ils se présentaient avec une telle variété et tant d'entrelacement, qu'il était impossible de les embrasser tous à la fois par la pensée; et c'est ce qui a produit la variété des opinions à leur sujet; mais lorsque M. VOLTA les eut réunies sous un petit nombre de *lois*, on put les saisir en entier, et les comparer alors à des phénomènes analogues, qui, déja mieux connus et plus soumis à l'inspection des sens quant aux *causes*, pouvaient conduire à leur en assigner. C'est ce que j'éprouvai en comparant ces *lois* aux *phénomènes* de la *vapeur aqueuse*, que j'étudiais depuis longtemps; car j'y aperçus d'abord

de grandes *analogies*, mais avec des *différences* très-marquées, et il fallut déterminer les unes et les autres avec précision, pour transporter d'abord avec sureté aux *phénomènes électriques*, ce qu'il pouvait y avoir d'*analogue*, quant aux *causes*, avec celles que j'avais reconnues dans les modifications de la *vapeur aqueuse*, et découvrir par-là quelles pouvaient être les *causes* des différences. Or, puisque ce sont les *lois* de la *théorie* de M. VOLTA qui m'ont conduit à mon système, je ferai de leur exposition la première PARTIE de ce traité, après quoi je viendrai à leurs *causes*.

PREMIÈRE PARTIE.

Théorie électrique de M. VOLTA.

44. J'AI dit aussi dans la préface, que les *lois* de cette *théorie* se rapportent directement aux phénomènes déjà connus sous le nom d'*influences électriques*, quoique l'observation ne fût pas encore assez étendue à leur égard pour conduire à une vraie généralisation. C'est ainsi que la *chute des corps* sur la terre n'aurait pu conduire NEWTON à la *gravité universelle*, s'il n'eût embrassé les phénomènes des *planètes* qui en paraissaient d'abord si différents. C'est donc en étendant les *influences électriques* sur des phénomènes dans lesquels on ne les avait pas aperçues avant M. VOLTA; tels que ceux de la *bouteille de Leyde* ou *du tableau magique*, de l'*électrophore*, du *condensateur* (dont les derniers sont de son invention) et sur quelques autres phénomènes, qu'il découvrit ce qu'ils avaient de commun, et qu'il put les embrasser sous les deux *lois* suivantes, que j'exprimerai d'abord dans ses termes, et dont je montrerai les principales applications.

Lois *fondamentales de cette* Théorie.

45. I. Loi. Toutes les fois qu'un corps *isolé* possède *plus* de *fluide électrique* que les corps voisins, il occasionne une *augmentation* dans la *tension* du *fluide électrique* qui se trouve sur ces corps. Et inversement, toutes les fois qu'un corps a *moins* de *fluide électrique* que les corps voisins, il occasionne une *diminution* dans la *tension* du *fluide électrique* qui se trouve sur eux.

II. Loi. Dans toutes ces modifications que produit un corps *électrisé* sur les corps voisins, il en éprouve lui-même d'*inverses*. Ainsi, quand il produit une *augmentation* de *tension* dans leur *fluide électrique*, celle du sien *diminue*; et lorsqu'il occasionne une *diminution* dans la *tension* de leur *fluide*, celle du sien *augmente*.

Telles sont les *lois fondamentales* de la théorie de M. Volta; elles réunissent tous les *phénomènes* sur lesquels elles devaient s'étendre, et elles en font ressortir d'autres qu'on n'avait pas aperçus. Mais avant d'en venir à cette extension de la théorie, je l'appliquerai aux phénomènes le plus généralement connus, sous le nom d'*influences électriques*.

46. La *tension* du *fluide électrique* exprime son degré de disposition à se *répandre* et à se *communiquer*. Ainsi quand le corps sur lequel *influe* un autre corps *électrisé* en *plus* ou en *moins* (expressions que je déterminerai bientôt d'après M. VOLTA) communique avec le *sol*, si le dernier est *électrisé* en *plus*, la *tension* augmentée dans le *fluide électrique* de la partie la plus voisine de l'autre corps, fait qu'il s'en écoule dans le *sol*, et cette partie devient *négative*. Si, au contraire, le corps *électrisé* l'est en *moins*, la *diminution* de *tension* qui en résulte dans le *fluide électrique* de la partie de l'autre corps qui l'avoisine, permet au *fluide électrique* du *sol*, de s'y porter, et cette partie devient *positive*. Or, le corps *électrisé*, ou corps *influant*, éprouve les effets inverses. Quand il est *plus*, son *fluide électrique* perdant de la *tension*, en même temps qu'il l'augmente dans le fluide du corps qui communique avec le *sol*, permettrait un nouvel accès du *fluide électrique*, provenant de la même *source* qui auparavant l'avait mis à son *niveau*, telle, par exemple, que le *premier conducteur* d'une machine électrique, ou une *bouteille de Leyde*; et s'il est *électrisé* en *moins*, son *fluide* acquérant de la *tension* par le voisinage du corps qui communique au *sol*, il pourrait être en

équilibre, même au contact, avec un autre corps isolé qui posséderait plus de *fluide* que lui.

47. Si le corps sur lequel s'exerce l'*influence* d'un corps *électrisé*, est isolé, et qu'il ait une certaine étendue, cette *influence* y occasionne un *déplacement* de son *fluide électrique*. Quand le corps *électrisé* l'est en *plus*, le *fluide* de la partie du corps sur lequel il exerce le plus d'*influence* acquérant le plus de *tension*, il se porte vers la partie la plus reculée : celle-ci devient donc *positive*, tandis que l'autre est rendue *négative*. Si le corps *électrisé* l'est en *moins*, les changements sur l'autre corps sont inverses. Or, le *fluide électrique* du corps *influant* éprouve les *déplacements* contraires : quand il est en *plus*, et qu'ainsi il occasionne une *augmentation* dans la *tension* du *fluide électrique* de la partie la plus voisine de l'autre corps, le sien éprouve une *diminution* de *tension* dans sa partie réciproquement la plus voisine, et il résiste moins au *fluide* des parties plus éloignées qui s'y porte : cette partie qui possède alors plus de *fluide*, devient donc *positive*, et la partie opposée qui en perd, devient *négative*, suivant l'expression usitée. Tels sont les phénomènes les plus connus des *influences électriques*. Mais avant d'aller plus loin,

il faut fixer le sens des expressions *positif* ou *négatif*, ou plus et moins, mais toujours seulement encore quant à leur acception générale.

48. L'indétermination de ces mots, dans la théorie même du docteur FRANKLIN qui les a introduits, est l'une des causes des difficultés que présentait cette théorie. Ces expressions, considérées dans leur acception générale, doivent se rapporter à quelque *quantité*, à laquelle on en compare d'autres sous le rapport de *plus grandes* ou *plus petites*. Le docteur FRANKLIN prenait l'état électrique du *sol* pour ce point de comparaison ; mais il le considérait comme *immuable*. M. ÆPINUS porta plus loin cette fixité de la *quantité* du *fluide électrique* qui servait de *point de comparaison* ; car il la nommait la *quantité propre* de chaque corps ; supposant dans sa théorie, que la tendance que cette quantité produisait dans les molécules des corps à se *rapprocher*, faisait équilibre à une tendance qu'elles avaient à s'*écarter* ; et c'était par la rupture de cet équilibre, quand les corps avaient *plus* ou *moins* que cette *quantité propre*, qu'il pensait expliquer les *mouvements électriques*. Or, en même temps que cette manière de considérer comme *fixe* la *quantité* à laquelle on rapportait le *plus* et le *moins*,

de quelque manière qu'on l'envisageât, faisait naître toutes les difficultés qui se rencontraient dans la théorie du docteur FRANKLIN, elle fermait aussi l'une des routes les plus importantes dans les recherches sur la physique terrestre, dont on ne pourra jamais attendre de grands progrès, tant qu'on n'aura pas découvert les principales circonstances dans lesquelles le *fluide électrique* se *décompose* ou se *compose*, et qui rendent ainsi variable sa quantité absolue. Je ne m'étendrai pas ici sur cet objet, le renvoyant à l'ouvrage annoncé dans la préface, et je resterai aux phénomènes que nous observons dans nos expériences.

49. Mais ce n'est pas seulement en considérant comme *fixe* la *quantité* à laquelle se rapportent le *plus* et le *moins* dont il s'agit, qu'on la déterminait mal, c'était aussi en ne déterminant pas dans quel lieu cette *quantité comparative* devait être considérée suivant les cas. Il en est où l'on doit prendre pour point de comparaison, la quantité du *fluide électrique* qui se trouve dans le *sol;* ce sont ceux où les corps isolés peuvent *acquérir* ou perdre du *fluide électrique* en les mettant en communication avec lui. Mais ce cas même se complique souvent avec un autre qui concerne les *mouvements électriques*, à l'égard *desquels* l'état électrique

du *sol* n'entre immédiatement pour rien; car c'est uniquement à l'*état actuel* de l'*air* que se rapportent le *plus* et le *moins* dans ce cas-ci; distinction dont la découverte est due à M. VOLTA, et qui est de la plus grande importance dans la théorie électrique. Je ne m'arrêterai ici qu'aux *divergences* des paires de *balles;* ce phénomène si important, puisqu'il nous fournit des *électroscopes,* et qui, en même temps, était la pierre d'achoppement de tous les systèmes électriques. Il ne peut que régner la plus grande obscurité sur tous les autres phénomènes, tant qu'on n'entend pas le langage des *électroscopes,* et il n'était point entendu. Quant aux autres *mouvements* des corps libres autour des corps *électrisés,* comme ils se compliquent avec d'autres causes, je les renvoie à l'exposition de mon système.

Des divergences *des corps libres dans les phénomènes électriques.*

50. Au lieu des trois *lois* auxquelles M. ÆPINUS avait eu recours pour expliquer les *mouvements* électriques de deux *balles* électrisées suspendues l'une auprès de l'autre, M. VOLTA n'en fixe qu'une, savoir : la tendance réciproque du *fluide électrique* et des autres corps,

y compris l'*air*, à s'*approcher*; tendance qui croît en proportion que les corps diffèrent plus en quantité de ce *fluide*, et qui s'affaiblit par l'augmentation de la distance. Or, comme le *fluide électrique* n'est jamais libre que dans les instants où il s'élance d'un corps à un autre, étant toujours d'ailleurs uni à quelque corps; si, lorsqu'il tend à se porter vers d'autres corps qui en ont moins, il éprouve plus de résistance à abandonner ceux qui le possèdent, qu'à les faire mouvoir, il les entraîne avec lui. Et comme la tendance à s'approcher entre le *fluide électrique* et les corps, est mutuelle, ceux qui sont libres et qui ont moins de *fluide électrique* que d'autres corps voisins, se *meuvent* réciproquement vers eux. Cette *loi* appartient à toutes les *affinités*; je veux dire qu'elles sont toujours *réciproques*; et quant à son exercice à de grandes distances, nous en avons l'exemple dans la tendance réciproque du *fer* et de l'*aimant*, et du *pole* d'un *aimant* avec le *pole* opposé d'un autre aimant.

51. La plupart des électriciens, du moins ceux qui n'ont pas supposé une *impulsion* immédiate des corps, produite par des *courants* de matière électrique, ont eu recours à la *loi* que je viens d'énoncer; mais comme ils la rapportaient aux corps mêmes qu'on voit s'éloigner

l'un de l'autre dans les *divergences*, ils ont été obligés d'y ajouter d'autres hypothèses, que M. BRISSON a raison de nommer *forcées*; et c'est ce qui lui a fait retenir celle des *courants électriques*, qui n'est cependant pas plus soutenable. Le comte de STANHOPE, autrefois lord MAHON, avait déja démontré que l'*air* intervient dans ces *mouvements*; car ayant électrisé une paire de balles suspendues à la cape métallique d'un récipient de pompe pneumatique, quand il pompait l'*air*, la *divergence* cessait, et elle se reproduisait s'il le laissait rentrer bientôt; ce que j'ai vérifié, en employant un récipient bien sec, et qui adhérait à la platine en passant seulement sur son bord un doigt graissé d'huile. C'est là le fait, et M. VOLTA l'explique en fixant la manière dont l'*air* y intervient.

52. L'*air* possède du *fluide électrique* comme tous les autres corps, et il se met à cet égard en équilibre avec eux; mais il est *non-conducteur*, c'est-à-dire (comme je l'expliquerai) qu'il ne reçoit du *fluide électrique* des autres corps que difficilement et de très-près; quoiqu'à l'égard de la *tendance à distance*, elle s'exerce de la même manière entre lui et le *fluide électrique*. Or, c'est la quantité proportionnelle de ce *fluide* que possède *actuellement* l'*air* du lieu;

sans aucun rapport à celle du *sol*, qui constitue le *point de comparaison* auquel se rapportent le *plus* et le *moins* dans les *divergences* d'une *paire* de *balles*, considérées en elles-mêmes, c'est-à-dire sans rapport avec les corps auxquels elles se trouveraient jointes, qui, par quelque *influence* pourraient différer d'état avec elles. Si une paire de *balles* pendantes à un petit corps *conducteur* fixé à une baguette *non-conductrice*, est mise en divergence *plus* dans l'*air* d'une chambre (où l'on reconnaîtra cet état, en présentant au dessus du point de suspension un bâton de cire d'Espagne frotté, qui fera *diminuer* sa *divergence*), elle perdra cette divergence, et pourra même diverger en *moins*, si elle est portée dans une autre chambre où l'on mettra en mouvement une forte machine électrique, ayant une *pointe* à son *frottoir* isolé, et son premier conducteur communiquant avec le sol; et l'on reconnaîtra aussi qu'elle diverge alors en *moins*, par l'épreuve du bâton de cire d'Espagne. Cependant, si l'air est bien sec, rien n'aura changé dans les *balles* elles-mêmes; car si on les rapporte dans l'*air* de l'autre chambre, elles *divergeront* de nouveau en *plus*. On peut voir les mêmes effets dans une même chambre (toujours dans un temps bien sec) en plaçant diverses *paires de balles* isolées à

différentes distances d'une machine électrique et à différents niveaux, en suspendant les balles par des *soies*, pour que rien n'y change. Si, tandis que les balles ne divergent point, on met en mouvement la machine ayant une pointe à son *premier conducteur*, son *frottoir* communiquant avec le sol, on verra les *paires de balles* diverger plus ou moins, suivant la distance et le niveau. Si l'on met ensuite une *pointe* au *frottoir* isolé, en faisant communiquer le *premier conducteur* avec le sol, on verra bientôt les *divergences* cesser, puis reparaître; auparavant elles divergeaient comme *moins*, et maintenant ce sera comme *plus*. Cependant rien n'aura changé chez elles; car (je le dis toujours, quand l'air est bien sec) si quelqu'une des paires peut être transportée sans changement dans une autre chambre, elle n'y *divergera* pas.

53. Il est donc évident que le *plus* et le *moins*, quand il s'agit des *divergences*, se rapportent à l'état électrique *actuel* de l'*air*; et voici comment M. Volta explique ce fait : Quand deux *balles* suspendues et voisines l'une de l'autre, sont dans l'état *plus*, comparativement à l'*air*; l'une et l'autre communiquent du *fluide électrique* à l'*air* qui les sépare, tandis que chacune d'elles est *seule* pour communiquer

du *fluide* à l'*air* opposé : le premier reçoit donc le *double* du *fluide* que reçoit l'autre ; et chaque *balle* se portant alors vers l'*air* qui *diffère le plus* d'avec elle en quantité de *fluide électrique*, elles s'éloignent ainsi l'une de l'autre. Si les deux *balles* sont dans l'état *moins* comparativement à l'*air*, l'une et l'autre enlèvent du *fluide électrique* à l'*air* qui les sépare ; mais chacune d'elles est *seule* à en enlever à l'*air* diamétralement opposé ; ainsi, se portant encore l'une et l'autre vers l'*air* qui *diffère le plus* d'avec elles, elles s'éloignent aussi l'une de l'autre. Quant aux *balles*, ou corps en général, qui sont entre eux dans des états électriques *différents*, ils se porteraient immédiatement l'un vers l'autre dans le *vide*, par la même *loi* de *tendance*, quoique l'*air* aussi contribue à ce mouvement d'après cette *loi*.

54. L'application de cette *loi* unique, telle que je viens de la faire, résout complétement tous les cas des *mouvements électriques*. Mais ce n'est pas seulement par cette considération, c'est-à-dire, *à posteriori*, que cette loi est établie ; je prouverai aussi sa réalité, *à priori*, quand je viendrai à l'exposition de mon système ; et ce sera en montrant, que l'*air* éprouve aussi des *mouvéments*, quand des corps se meuvent électriquement dans son sein (§. 103). En

attendant, je le supposerai ici, pour passer à un autre phénomène d'entre ceux que M. Brisson désespérait le plus de voir expliqués; parce qu'en effet, il n'y en avait aucune explication solide avant celle de M. Volta, que M. Brisson ignorait; je parle de l'effet des *pointes*. J'ai déja eu ci-devant occasion d'indiquer le phénomène des *aigrettes*, comme différent de celui-là; mais je renvoie cet objet à l'exposition de mon système, et il ne s'agira ici que de l'effet *invisible* des *pointes* pour modifier de loin les *conducteurs* électrisés, soit en *moins* soit en *plus*.

De l'effet électrique des pointes.

55. L'*air*, comme je l'ai dit, reçoit du *fluide électrique* des corps qui en possèdent plus que lui, il en *cède* à ceux qui en ont moins; mais ce ne peut être qu'au *contact*, parce qu'il est *non-conducteur*; et c'est encore suivant le degré de *tension* dont jouit actuellement son *fluide électrique*. Cependant comme les *tendances* à se *rapprocher* entre le *fluide électrique* et les *corps*, sont distinctes de celle qui le fait passer de l'un à l'autre, l'*air* se *porte* toujours vers les corps qui *diffèrent le plus* d'avec lui en quantité de *fluide électrique*, comme réciproquement, ces corps se portent vers lui; et ces

lois, dont on a vu dépendre les *mouvements électriques*, expliquent aussi le phénomène dont il s'agit maintenant.

56. Je suppose d'abord un *conducteur* électrisé en *plus*, et un corps voisin communiquant avec le *sol*, mais qui présente au *conducteur* une surface de quelque étendue. Les particules d'*air* qui, revenant du conducteur, sont chargées de plus de fluide électrique, pourraient en transmettre à l'autre corps, si, à mesure qu'elles en approchent, leur *fluide* ne perdait de sa *tension*, en augmentant celle du *fluide* à la surface du corps. Or, voici la différence essentielle d'une *grande* surface à une surface aussi *petite* que celle d'une *pointe*. Le *fluide électrique* de chaque particule d'*air* qui s'approche à une certaine distance d'une surface étendue, perd beaucoup de sa tension avec elle; au lieu que le *fluide électrique* qui appartient à chacun des points de celle-ci, éprouve peu d'augmentation de *tension* par leur approche; il en perd donc peu avec le *sol*; c'est-à-dire que cette surface devient peu *négative*; et le *fluide électrique* des particules d'*air* ayant lui-même peu de *force* pour passer à ce corps, elles n'en perdent que peu avec lui, et ne retournent que *lentement* vers le *conducteur* avec lequel, par cette raison, elles ne *diffèrent* que *peu*.

Or, tout est inverse quand il s'agit d'une *pointe*; c'est-à-dire, d'un corps dont la surface est minime. Le *fluide électrique* de *chaque* particule *d'air* qui s'approche d'une *pointe*, perd très-peu de sa *tension* avec elle, et le fluide de celle-ci éprouvant l'influence de toutes les particules d'*air* qui s'en approchent, éprouve une augmentation de *tension* par laquelle il se porte fortement vers le sol. La *pointe* devient donc *très-négative*, en même temps que le *fluide* de chaque particule d'*air* a *peu* perdu de sa *tension* : par la première de ces circonstances, les particules d'*air* y accourent de fort loin, et par les deux ensemble, elles lui cèdent beaucoup de *fluide*. Ainsi les particules d'*air* qui ont touché la *pointe* étant dans un état *fort différent* de celui du *conducteur*, elles retournent rapidement vers ce corps, lui enlèvent du *fluide*, et reviennent aussi rapidement vers la *pointe* ; ce qui décharge bientôt le *conducteur*. Maintenant, voici pourquoi on aperçoit un vent vis-à-vis de la *pointe*. Les particules d'*air* lui viennent de toute la surface du *conducteur* sur laquelle s'étend son influence; mais quand elles lui retournent, elles se portent toutes ensemble vers le point le plus voisin, et suivant ainsi une même route, elles forment le *courant*

d'*air* aperçu, qui sert lui-même à constater les effets dont je parle.

57. Les mêmes effets ont lieu, quoique par une cause inverse, quand le *conducteur* isolé est *négatif*. Si l'on présente à ce *conducteur* un corps communiquant avec le sol qui ait une *grande surface*; quoique les particules d'*air* qui ont touché le premier, aient perdu avec lui de leur *fluide électrique* et en possèdent ainsi *moins* que le corps communiquant au sol, elles ne peuvent que difficilement lui en enlever, parce qu'à mesure qu'elles en approchent, leur *fluide* acquiert de la *tension* par l'influence du *fluide* de ce corps, qui perd néanmoins peu de la sienne à cause de la grandeur de la surface; ainsi elles ne lui enlèvent que peu de *fluide*, et ne retournent que lentement vers le *conducteur*. Mais si les particules d'*air* qui ont perdu du *fluide* avec le *conducteur*, rencontrent une *pointe* à la même distance, agissant alors toutes sur le *fluide* de cette *minime surface*, elles diminuent beaucoup sa tension; d'où résulte que le *fluide électrique* du *sol* s'y porte en assez grande quantité pour la rendre fortement *positive*, et que chaque particule d'*air*, dont, au contraire, le *fluide* acquiert fort peu de *tension*, lui enlève beaucoup de *fluide*;

alors elles retournent rapidement vers le *conducteur*, en suivant ensemble la route la plus courte; ce qui produit aussi un *courant d'air.*

58. C'est d'après la même *loi* qu'un conducteur *électrisé*, soit en *plus*, soit en *moins*, perd promptement son *électrisation* lorsqu'on lui met une *pointe*; ce qu'on peut faire, à l'aide d'un fil métallique fixé à l'extrémité d'une baguette non conductrice, et formant avec elle un T; ce fil étant pointu d'un côté, et tourné en boucle de l'autre, et celle-ci appliquée au conducteur. Si ce corps est électrisé en *plus*, le *fluide électrique* des particules d'*air* qui, auparavant, éprouvoit beaucoup d'augmentation dans sa *tension* lorsqu'elles s'approchoient de la *grande surface*, en éprouve peu auprès de la *pointe*, en même temps que la *tension* du *fluide* de celle-ci, diminuant beaucoup par leur *influence*, le *fluide* du conducteur s'y porte en plus grande quantité et la rend plus *positive* : ainsi les particules d'*air* lui enlèvent plus aisément du *fluide*, et se portent aussitôt vers l'air, *vis-à-vis*, qui diffère le plus d'avec elles. On conçoit aisément la marche inverse quand le conducteur est *négatif*, et comment les particules d'*air*, après le contact de la *pointe*, se portent aussi vers l'*air*, vis-à-vis, qui *diffère le plus* d'avec elles; de sorte

qu'il s'établit également un *courant d'air*, dans les deux cas.

59. Cette explication découle directement des deux *lois* fondamentales, établies par M. VOLTA, et elle embrasse tous les phénomènes *invisibles* des *pointes ;* c'est-à-dire, ceux qu'on ne reconnaît que par les rapides changements d'état des corps électrisés : elle rend compte aussi d'un phénomène qui faisoit l'étonnement des électriciens, savoir qu'une *pointe*, placée dans un *tube* qu'elle ne dépasse pas, cesse de produire son effet : c'est parce que le *fluide électrique* des particules d'*air* est modifié par le *tube*, comme ayant une *grande surface*. Une pointe n'agit pas par sa *forme*, mais seulement comme corps à *petite surface*, qui influe peu sur les particules d'*air* lorsqu'elles l'approchent : si donc il y a quelque corps plus grand assez voisin pour produire cet effet, la *pointe*, quoique très-distincte, ne devient que comme un point d'un plus grand corps, quant à la faculté de recevoir ou céder du *fluide électrique*.

60. Je dois passer maintenant aux facultés *non-conductrice* et *conductrice*, car déjà même, à cause de l'*air*, elles influent dans les phénomènes des deux classes que je viens d'expliquer ; et l'on ne peut aborder le grand phénomène de la *bouteille de Leyde*, à moins qu'elles ne soient bien

bien entendues. La différence de ces *facultés* produit quelques phénomènes qui avaient fait imaginer les distinctions de corps *idio-électriques* et *an-électriques*, ou *électriques* et *non-électriques*, par eux-mêmes. Quand j'en viendrai à l'exposition de mon système, j'indiquerai les phénomènes dont il s'agit, et je ferai voir qu'ils tiennent uniquement aux facultés *conductrice* et *non-conductrice*, que je déterminerai dès à présent d'après M. VOLTA.

Des corps non-conducteurs *et* conducteurs, *ci-devant nommés* idio-électriques *et* an-électriques.

61. Les corps *non-conducteurs* ne peuvent *recevoir* du *fluide électrique* qu'au contact presque entier, et les points de leur surface qui le reçoivent immédiatement, le *retiennent* avec force : de là vient que ce fluide ne s'y propage que lentement, et c'est ce qui les rend propres à *isoler* les autres corps; car d'ailleurs ils peuvent être *électrisés* très-fortement par *communication*. Les corps *conducteurs* au contraire peuvent recevoir du *fluide électrique* à quelque distance, et quand il leur est arrivé, il n'y *adhère* pas; c'est pour cela, qu'il se répand à l'instant sur toute leur surface, quelle que soit son étendue,

et qu'ils le *cèdent* aisément à d'autres corps; mais on peut aussi les *électriser* par *frottement*. Ainsi les anciennes distinctions de ces corps étoient déceptrices; il n'y a point de corps *électrique par lui-même*, et il n'y en a point qui ne devienne *électrique* par *frottement*, s'il est *isolé*, et *frotté* par un corps moins conducteur que lui.

62. C'est à cause de ces *propriétés* très-distinctes des deux genres de corps, qu'il faut *armer* les *surfaces* des lames *non-conductrices*, quand on veut les *électriser* par *communication*. L'*armure* étant un corps *conducteur*, si elle reçoit du *fluide électrique* par un point, elle le répand aussitôt sur toute la partie de la surface *non-conductrice* qu'elle touche : celle-ci ne le reçoit que difficilement, mais quand elle l'a reçu, il s'y trouve *fixé*, et il peut s'y *accumuler* beaucoup, pourvu que l'autre surface en perde à proportion par la cause que je dirai bientôt; et elle le *perd* aussi par l'*armure* qui la touche, pourvu que celle-ci communique avec le *sol* par quelque point.

63. Telles sont les *propriétés* réelles des deux genres de corps distingués avec raison par les noms de *conducteurs* et *non-conducteurs*, et elles se modifient diversement dans les corps intermédiaires nommés *conducteurs imparfaits*,

ou *conducteurs lents*, entre lesquels il y a beaucoup de nuances. Ces *propriétés* influent dans la plupart des phénomènes électriques; mais pour en reconnoître les effets distinctifs, il faut s'aider des autres *lois*. Quand on veut saisir d'un seul coup-d'œil les phénomènes compliqués, on demeure le plus souvent sans y rien voir de réel: il faut les prendre par parties distinctes, parce que celles que l'on commence à bien comprendre, répandent leur lumière sur les autres de proche en proche. C'est ce dont les phénomènes de la *bouteille de Leyde* fournissent un grand exemple: car l'obscurité régnoit toujours sur ces phénomènes, malgré la théorie du docteur FRANKLIN, avant que M. VOLTA y eût joint la sienne. C'est ici le plus grand objet de cette dernière théorie, parce qu'il s'agit du plus étonnant des phénomènes électriques, auquel je viens maintenant.

Des phénomènes de la BOUTEILLE DE LEYDE *ou du* TABLEAU MAGIQUE.

64. Ces deux appareils reviennent au même, quant au phénomène fondamental; mais on ne peut pas suivre la marche des effets dans la *bouteille de Leyde*, dont les *armures* sont collées, comme dans le *tableau magique*, auquel on peut employer des *armures* isolées et

mobiles. Je rapporterai donc à ce dernier, ce qui se passe dans la *charge* et la *décharge* communes aux deux appareils.

65. Je nommerai A le côté du *tableau magique*, sur lequel il arrive du *fluide* par le *premier conducteur* d'une machine électrique, et B le côté opposé. Ici le *premier conducteur* doit être considéré comme une *source* de *fluide électrique*, ayant un certain *niveau*, auquel elle élève ce *fluide* sur les corps qui communiquent avec elle. Lors donc que le *fluide électrique* est arrivé à ce *niveau* sur le côté A, si la lame *non-conductrice* est *isolée*, ce côté ne peut plus en recevoir; car son *excès* augmente bien la *tension* du *fluide* au côté B; mais s'il ne peut en passer une partie au *sol*, l'effet qui en résulte sur le côté A, c'est-à-dire, la diminution de *tension* de son *fluide*, est très-petit. Mais si, séparant le côté A de la *source*, on *touche* le côté B pour le mettre en communication avec le *sol*, on lui enlève une certaine quantité de *fluide électrique*, à cause de son excès de *tension*; et c'est d'abord l'*armure* presque seule qui le fournit. Alors la *tension* du *fluide* sur le côté A, sur lequel il demeure tout, *diminue* presque autant qu'au côté B, qui a déja perdu une partie du sien; parce que c'est ce côté A, qui a produit, aux dépens de la *tension* de son *fluide*, celle qui,

du côté B, en a fait passer au *sol*. Ce changement permet donc au côté A de recevoir une nouvelle quantité de *fluide* de la même *source*; parce que son *fluide* n'est plus en équilibre avec elle; l'excès commence à passer de l'*armure* à la surface *non-conductrice*, où il se fixe. Cependant la *tension* du *fluide* augmente de nouveau au côté B, par l'*influence* de celui qui est arrivé au côté A, et si l'on *touche* de nouveau le premier (toujours après avoir séparé, le côté A de la *source*) on lui enlève une nouvelle quantité de *fluide*, qui commence d'être fourni par la surface *non-conductrice*. Après cette seconde opération, la *tension* du *fluide* a diminué de nouveau au côté A, mais moins que la première fois : cependant il peut recevoir de la *source* une nouvelle quantité de *fluide*, qui passe à la surface *non-conductrice* et s'y *fixe* encore. Cette quantité renouvelle l'augmentation de *tension* du *fluide* au côté B; et on peut, en le *touchant*, lui en enlever une nouvelle quantité, que la surface *non-conductrice* continue de fournir. On comprend que ces opérations alternatives étant répétées, continuent de produire leurs effets respectifs; mais elles ont une borne, résultante de l'épaisseur de la lame, ou plutôt de la *distance* de ses deux surfaces, qui *affaiblit* les *influences* mutuelles; c'est pour-

quoi cette *lame* doit être aussi *mince* qu'il est possible. Le *non-plus-ultra* d'effet arrive lorsque la surface B a perdu assez de *fluide électrique*, pour que la dernière quantité qui en arrive à la surface A, n'élève la *tension* du *fluide* restant sur ce côté B qu'à l'équilibre avec la *tension* du *fluide* du *sol*; car alors, comme on ne peut plus en enlever à ce côté, la *tension* du fluide du côté A ne peut plus être abaissée au dessous de celle de la *source*, et il demeure en équilibre avec elle. C'est donc ici le *maximum* de la *charge*, c'est-à-dire, le point auquel *le moins* du côté B, compense assez par son *influence*, le *plus* du côté A, quant à la *tension*, pour qu'il ne reste de *plus*, encore *actif* sur ce dernier côté, que ce qui le fait résister au *fluide* de la *source*, malgré la *perte* qu'il fait de sa *tension* par le côté B.

66. Je dois faire observer maintenant, que la marche que je viens de détailler, s'exécute réellement, je veux dire avec les mêmes *alternatives*, quand le côté B est mis en communication durable avec le *sol*, et que le côté A communique avec la *source*; ce qui est la manière ordinaire de charger la *bouteille* et le *tableau magique*. Il y a deux différences entre ces marches, dont une consiste dans plus de *rapidité*; parce qu'il n'y a pas dans cette dernière

les intervalles sensibles de temps qu'exige la première; et il en résulte aussi une différence sensible dans l'intensité de la *charge*, parce que les *influences* réciproques ont plus d'effet quand elles s'exercent simultanément dans tout le cours de l'opération, comme je le montrerai dans la suite.

67. La *décharge* suit exactement la marche inverse, soit qu'on la fasse par alternatives, en commençant par *toucher* le côté A seul, puis le côté B seul, et ainsi de suite; ou qu'on établisse immédiatement une communication *conductrice* entre A et B, toujours par les *armures*, qui étendent le *contact* sur toute la surface *non-conductrice*. Dans ce dernier cas, l'excès d'A sur B, quant à la *tension*, ou pouvoir de *communication*, se partage d'abord entre eux. Car à l'instant où B reçoit ainsi une première augmentation de fluide, il rabaisse moins la *tension* de celui du côté A, qui partage de nouveau son excès de *pouvoir* avec B; et l'opération se répète ainsi par *alternatives* rapides, jusqu'à ce qu'il se fasse un certain équilibre déterminé aussi par M. VOLTA; équilibre dans lequel il reste sur le côté A un petit *excès*, et sur le côté B un petit *défaut*, que retiennent les deux surfaces *non-conductrices*, malgré les *armures*. C'est ce *résidu* qui, lorsqu'il s'agit du *tableau ma-*

gique et que les *armures* sont mobiles, produit les effets *électrophoriques*.

68. Mais je m'arrête ici sur cette belle *théorie*, parce que je serai obligé de la reprendre, pour lui appliquer mon *système*. Cependant, voilà déja réunis sous les mêmes *lois* tous les principaux phénomènes électriques, ceux même que M. Brisson regardait, avec raison, comme remplis de difficultés, dès que cette *théorie* lumineuse ne lui était pas connue. Je l'ai soumise à l'expérience pendant longtemps et sous toutes sortes de formes, sans la trouver jamais en défaut, parce qu'elle n'est autre chose que *les faits eux-mêmes*. Je m'explique, pour qu'on puisse voir que je n'imite pas ce qui a été dit à l'égard de la nouvelle *théorie chimique*. Je veux dire par-là que la théorie de M. Volta embrasse *tous* les *faits* de sa classe, *bien déterminés*, et généralisés sous des *lois* qui les représentent *avec exactitude*.

69. Maintenant je reviens à la distinction que j'ai faite en commençant, entre les *théories* et les *systèmes*. On a sans doute ici les *circonstances* d'où dépendent les *phénomènes* décrits; mais il n'y a rien encore quant aux *causes* qui agissent dans ces *circonstances*. Il s'agissait donc de découvrir pourquoi la *tension* du *fluide électrique* augmente ou diminue dans les cas que

j'ai indiqués. C'est là un *fait ;* mais d'où procède-t-il ? Tel est le problème que le physicien doit chercher à résoudre, sans quoi il n'y a encore que le premier pas de fait vers les *causes ;* c'est-à-dire, la *détermination* précise des *effets*. Ces *théories* vraiment solides ont deux usages très-grands. Par elles d'abord, on peut déterminer à l'avance ce qui *arrivera* lorsque les choses, ou d'elles-mêmes ou artificiellement, se trouveront en tel ou tel état ; et elles sont le seul vrai guide dans la recherche des *causes*, parce qu'elles présentent à l'entendement de grands ensembles *de phénomènes* sous cette forme de *lois*, ce qui lui permet de les embrasser. Mais si l'on transforme ces *lois* en *causes primitives*, on abandonne la *nature* pour errer dans la région des chimères, quant à la physique générale.

SECONDE PARTIE.

Détermination de la nature du FLUIDE ÉLECTRIQUE *considéré seulement tel qu'il se trouve sur les corps et dans l'air.*

70. Si l'on résume la théorie de M. Volta sous son expression la plus générale, elle est toute renfermée sous la *loi* suivante : « Quand « le *fluide électrique* est en quantité proportionnellement plus grande sur un corps que « sur des corps assez voisins, il *perd* de sa *tension*, en proportion de l'augmentation qu'il « produit dans la *tension* du *fluide électrique* « de ces corps. » Tous les phénomènes qui se manifestent dans nos expériences, se lient à cette *loi*, ou plutôt attestent ce *fait*, dès que le mot *tension* est entendu.

71. En employant, dans la PARTIE précédente, ce mot par lequel M. Volta exprime un certain *état* du *fluide électrique* susceptible de changements, j'ai fait remarquer qu'il était synonyme à faculté de se *répandre* et de se *communiquer;* faculté qui peut être aussi nommée *expansive;* et, sous cette forme, la *loi*

précédente sera exprimée ainsi : « Quand le « *fluide électrique* est en quantité proportion- « nelle plus grande sur un corps que sur les « corps voisins, il perd, par ce voisinage, une « certaine quantité de sa *force expansive*, et « celle du *fluide électrique* de ces corps au- « gmente proportionnellement. »

72. En considérant ce *fait*, on conçoit d'abord qu'il doit passer du corps qui possède le plus de *fluide électrique* aux corps voisins, quelque *substance* à laquelle est due l'*expansibilité* de ce *fluide*. Ainsi ce grand *fait* électrique peut être commenté sous la forme suivante : « Toutes « les fois qu'on approche mutuellement deux « corps dont les quantités proportionnelles de « *fluide électrique* sont différentes, celui qui « en a le plus, communique à l'autre une cer- « taine quantité de la *substance* qui donne au « *fluide électrique* son *expansibilité*. »

73. Dès que je fus parvenu à envisager sous ce point de vue, le *fait* si bien déterminé et démontré par M. Volta, la *vapeur aqueuse* se présenta à mon esprit, et déja avant que nous nous séparassions à Paris, j'avais parcouru tout le champ des phénomènes de cette *vapeur* comparativement à ceux du *fluide électrique*, ce dont je lui communiquai la première esquisse telle qu'elle se forma alors dans mon esprit.

Ce coup-d'œil général fut mon premier guide; mais il m'en a coûté beaucoup de travail pour le déterminer, en soumettant toutes ses parties à l'expérience. Je suivrai ici la même marche, mais avec l'avantage d'éviter les tâtonnements. J'exposerai d'abord les *analogies* du *fluide électrique* avec la *vapeur aqueuse*; puis j'indiquerai leurs *différences*, d'où résultent leurs phénomènes distinctifs; ceux du premier ne le concernant, comme je l'ai indiqué d'entrée, que dans l'état où il se trouve sur les corps, y compris l'*air*.

SECTION PREMIÈRE.

Analogies et différences du fluide électrique *avec la* vapeur aqueuse.

74. En étudiant attentivement le *fluide électrique* dans l'ensemble de ses phénomènes, j'ai trouvé qu'il pouvait être rangé dans une classe de substances que j'ai nommées *vapeurs*, d'après les caractères qui distinguent la *vapeur aqueuse* des *fluides* nommés *permanents*. Les *vapeurs* d'abord ne sont pas, comme les *fluides aériformes*, composées d'éléments unis entre eux par *affinité élective*, c'est-à-dire, qui exige quelque *affinité prépondérante* pour être détruite; elles se *décomposent* par d'autres circonstances, et entre autres par trop de *densité*. C'est entre autres par cette circonstance que le *fluide électrique* appartient à la classe des *vapeurs*; mais il a des caractères spécifiques très-distincts. Sa composition *intime* est très-compliquée, comme on l'aperçoit par les phénomènes qu'il produit lorsqu'il se *décompose* dans les *étincelles* et les *aigrettes*; mais j'ai déja dit que je traitais de ces phénomènes dans l'ouvrage annoncé ci-dessus, sous le titre d'*Introduction à la Physique*

terrestre. Il ne s'agira donc ici que des mêmes classes de phénomènes que j'ai parcourues en abrégé dans la PARTIE précédente, en leur appliquant la *théorie* de M. VOLTA, dont j'ai entrepris de donner l'*explication physique*.

75. C'est principalement par comparaison avec la *vapeur aqueuse*, que j'ai assigné au *fluide électrique* comme au feu (ou *calorique* de la nouvelle nomenclature chimique) le nom classique de *vapeur;* mais je me bornerai ici au premier, dont voici l'analogie générale avec la *vapeur aqueuse*. L'un et l'autre fluides sont composés d'une substance à laquelle j'ai donné le nom général de *matière propre*, qui, par elle-même, ne jouit pas de l'*expansibilité;* et d'un *fluide expansible*, à qui celle-ci est due dans le *composé; fluide* que j'ai nommé *déférent*, comme servant, en quelque sorte, à *charier* l'autre substance. Dans la *vapeur aqueuse*, la *matière propre* est l'*eau*, et le *fluide déférent* est le *feu*. Le *fluide électrique* est composé de même d'une *matière propre*, que j'ai nommée *matière électrique*, et d'un *fluide déférent* particulier, que je nommerai simplement *fluide déférent*, en traitant des phénomènes *électriques*.

76. Telle est l'*analogie* générale des deux *fluides;* mais il faut qu'elle soit fixée plus particulièrement par ses détails.

I. *Analogie.* Comme la *vapeur aqueuse* est composée d'une *matière* sans *expansibilité* par elle-même, savoir l'*eau*, et d'un *fluide déférent*, savoir le *feu* : de même le *fluide électrique* est composé d'une *matière* sans *expansibilité* par elle-même, la *matière électrique*, et d'un *fluide déférent* particulier.

II. *Analogie.* Comme le *feu*, dans sa tendance à son propre *équilibre*, abandonne l'*eau* avec laquelle il est uni dans la *vapeur aqueuse*, quand quelque corps moins *chaud* se trouve dans son voisinage : de même, et avec bien plus de rapidité, le *fluide* électrique *déférent* électrique quitte en partie la *matière électrique* avec laquelle il est uni, pour se porter vers les corps dont le *fluide déférent* ne lui fait pas *équilibre*.

III. *Analogie.* Comme le *feu* de la *vapeur aqueuse*, lorsqu'il traverse les corps minces pour rétablir au-delà son propre *équilibre*, dépose à leur surface l'*eau* avec laquelle il se trouvait uni ; et transforme au contraire en *vapeur*, l'*eau* qui se trouve à la surface opposée : de même, si le *fluide électrique* arrive avec abondance sur l'une des faces d'une *lame non-conductrice*, la partie de son *fluide déférent* qui traverse la lame, dépose la *matière électrique* sur cette face, et détache de la face opposée la

matière électrique qui s'y trouve, s'il rencontre un *conducteur* par lequel il puisse la transporter au *sol*.

IV. *Analogie.* Comme l'*eau* et le *feu*, unis dans la *vapeur aqueuse*, produisent divers effets distinctifs de leur nature propre, et en particulier les phénomènes *hygroscopiques* qui n'appartiennent qu'à l'*eau* : de même les deux ingrédients du *fluide électrique*, quoiqu'unis dans ce *fluide*, et agissant de concert dans une partie des phénomènes, en produisent aussi de distinctifs de leur nature respective, et en particulier les *mouvements* des corps libres qui ne dépendent que de la *matière électrique*.

V. *Analogie.* Comme la *tendance* de l'*eau* qui produit les phénomènes *hygroscopiques*, s'exerce sans *choix* entre les substances auxquelles elle peut adhérer, se mettant en équilibre entre elles : de même celle des *tendances* de la *matière électrique* d'où résultent les *mouvements électriques*, s'exerce sans *choix*, et tend à produire l'équilibre, ou l'égale distribution de cette *matière*.

VI. *Analogie.* Enfin, comme deux masses de *vapeur aqueuse*, peuvent être entre elles en équilibre de *force expansive*, quoique l'une des deux soit moins *dense*, pourvu qu'elle possède plus de *feu* : de même deux masses de

fluide

fluide électrique peuvent, quoiqu'avec une inégale *densité*, être en équilibre entre elles, si la moins *dense* possède proportionnément plus de *fluide déférent*.

77. Ces *analogies* du *fluide électrique* avec la *vapeur aqueuse*, présentent déja, ce me semble, comme dans le lointain, plusieurs des phénomènes électriques; mais pour les voir naître, il faut en venir *aux différences*, d'où résultent les principaux effets du premier dans les phénomènes dont il s'agit.

I. *Différence.* Quand le *feu* quitte l'eau de la *vapeur aqueuse* pour rétablir son propre *équilibre*, c'est-à-dire, celui de la *température*, cette circonstance n'a rapport qu'à sa *force expansive*; ainsi il se distribue à tous les corps, proportionnellement à leur capacité, sans avoir d'ailleurs plus de tendance vers une masse d'*eau* que vers tout autre corps. Mais quant au *fluide déférent* électrique, outre l'*équilibre* qui concerne sa *force expansive*, il tend uniquement (du moins autant qu'on peut l'apercevoir jusqu'ici) vers la *matière électrique*, et s'accumule plus, là où il y a plus de cette substance. Voilà donc deux *équilibres* distincts; celui de *force expansive* qui tend à s'établir dans le *fluide déférent*, et l'autre qui tend à rendre proportionnelles les quantités de *matière électrique* et

de *fluide déférent* sur les différents corps. La lutte qui a lieu entre ces deux équilibres, est l'une des principales causes des phénomènes, quand il y a inégale distribution de *matière électrique* sur les corps.

II. *Différence.* Quand l'*eau* de la *vapeur aqueuse* produit les phénomènes *hygroscopiques*, elle ne s'attache pas seulement à la *surface* des corps poreux, elle les *pénètre*. Mais les différences de quantité de *matière électrique* ne sont proportionnelles qu'à l'étendue de la *surface* des corps et non à leurs *masses;* de sorte qu'il demeure ici en suspens, si la *matière électrique* les *pénètre*. C'est là un objet auquel je reviendrai.

III. *Différence.* Enfin l'*eau* n'a qu'une seule manière de tendre *hygroscopiquement* vers les corps; sa tendance ne s'exerce qu'à une petite distance, et quand elle est efficace, l'*eau* adhère également à tous les corps, mais faiblement. Or, c'est ici que se trouvent les *différences* de la *matière électrique* avec l'*eau* qui produit le plus spécialement les phénomènes *distincts* entre les deux substances. La *matière électrique* a, en général, une tendance beaucoup plus forte vers les corps, et réciproquement les corps ont une beaucoup plus forte tendance vers elle, qu'il n'en règne de connue entre l'*eau* et au-

un autre corps. De plus, cette tendance est de deux sortes ; l'une à s'approcher des corps, et eux d'elle, qui s'étend à une grande *distance*, l'autre de s'*unir* à eux, qui s'exerce à différentes *distances* suivant les corps : cette substance ne s'*unit* que presqu'au contact absolu, aux corps les plus *non-conducteurs*, et le *fluide électrique* éprouve alors une sorte de décomposition, qui laisse le *fluide déférent* libre, tandis que la *matière électrique* adhère au corps : au lieu qu'elle se porte vers les corps *conducteurs* à une distance sensible, pour leur rester asservie, mais sans jamais y adhérer; de sorte qu'elle ne s'y sépare point du *fluide déférent*, et que le *fluide électrique*, quoiqu'asservi aux *conducteurs* par la tendance de cette matière, y reste libre de se mouvoir le long de leur surface, ce qu'il fait avec beaucoup de rapidité. De-là, ainsi que des différences de degré entre ces deux extrêmes à l'égard des corps nommés *conducteurs imparfaits* ou *conducteurs lents*, naissent un grand nombre de phénomènes électriques, et en particulier le grand phénomène de l'excitation qui sera l'objet de la *section* suivante.

78. En général, tous les phénomènes du *fluide électrique*, tant qu'il réside sur les corps, et que nous n'avons d'autre moyen de l'apercevoir que par les *mouvements* que son *inégale*

distribution produit dans les corps libres, découlent de la *définition* que je viens d'en donner à l'aide de sa comparaison avec la *vapeur aqueuse ;* c'est ce qu'on verra, j'espère, successivement. La détermination des *différences,* dans les phénomènes qui ont entre eux des *analogies* de genre, si les causes de l'un d'entre eux sont bien connues, fournit le secours le plus grand pour trouver des *causes* réelles, quoique imperceptibles par elles-mêmes ; au lieu que les *analogies* considérées seules, sont souvent trompeuses. Mais les *analogies* et les *différences* que je viens d'établir entre le *fluide électrique* et la *vapeur aqueuse* ne sont encore que les premiers pas de la recherche ; c'est une esquisse seulement qui se déterminera mieux dans la suite.

SECTION II.

*De l'*EXCITATION *en général et de la* MACHINE ÉLECTRIQUE.

79. NOTRE seul moyen de faire paraître le *fluide électrique* qui réside sur tous les corps et dans l'air, est de rompre son *équilibre*, c'est-à-dire, d'en produire une inégale distribution entre eux, en enlevant une partie de celui que possède actuellement un corps en commun avec les autres, et faisant passer cette partie à quelqu'autre corps isolé ou au sol. Pour reconnaître que nous avons produit cet effet, nous n'avons d'autre phénomène que les *mouvements* qui en résultent dans des corps libres; et notre seul moyen de produire ce déplacement du *fluide électrique*, est le *frottement*; mais de quelle manière l'opère-t-il ?

80. Tant que cette question n'était pas résolue, il est évident que la lumière la plus essentielle manquait sur tout ce qui concerne l'*électricité*; mais ce qui est étonnant, c'est qu'elle soit résolue depuis quelque temps, et que beaucoup d'électriciens paraissent n'en être point informés : la distinction de substances *an-élec-*

triques et *idio-électriques ;* c'est-à-dire, de substances qu'on croit ne pouvoir être *électrisées* que par *communication* et d'autres que par *frottement*, faisait obstacle à cette découverte, et l'empêche encore de se répandre. Il n'y a de distinction *électrique* réelle entre les substances, que celles de *conductrices* et *non-conductrices*, avec leurs intermédiaires; distinction que j'ai déja exprimée au §. 60 d'après M. VOLTA, et que j'ai plus particulièrement déterminée, en définissant la troisième des *différences* du *fluide électrique* avec la *vapeur aqueuse*. Or, c'est de-là qu'on verra résulter le phénomène de l'*excitation*.

81. Les particules du *fluide électrique*, quand il est *libre*, se meuvent très-rapidement et en ligne droite; nous en apercevons les courants dans les étincelles, y compris les *éclairs ;* c'est par la *décomposition* d'une partie du fluide électrique dans ces courants très-denses, et par la *lumière* qui s'en échappe, que nous les apercevons; et quant aux zig-zag des éclairs ou des étincelles des grandes machines, ils sont produits par la résistance de l'air; mais hors les cas des *étincelles* ou des *aigrettes*, le *fluide électrique* est toujours *asservi* à quelque corps, y comprises les particules d'air qui le retiennent par leurs tendances réciproques. J'ai rapporté

sur cet objet, au §. 516 et suiv. de mes idées sur la *météorologie*, une expérience que je répétai en grand, à Londres, avec M. WALSCH, en 1774, dans laquelle le *fluide électrique* ne passa point d'une colonne de mercure fortement électrisée, à une autre colonne du même liquide, qui n'en était séparée que par le *vide toricellien* produit dans un grand syphon où le mercure avait bouilli; avant cette opération, le *fluide électrique* passait d'une colonne à l'autre en brillant d'une lumière violette, parce qu'il éprouvait quelque décomposition en s'élançant de particule à particule de la *vapeur aqueuse*, principal fluide qui occupait cet espace.

82. Mais la tendance du *fluide électrique* à appartenir ainsi à tous les corps comme *parasite*, est très-différente suivant les corps. J'ai déja dit que tandis que sur les substances *non-conductrices* ce fluide leur *adhère*, et ne s'y *propage* que très-lentement, il demeure *libre* sur les *conducteurs*, et s'y propage avec une extrême rapidité. On conçoit par-là ce que doit produire le *frottement* à la surface des substances *non-conductrices*; c'est de forcer *mécaniquement* la *matière électrique* qui leur adhère à s'en *détacher*, et de la livrer ainsi pour quelques instants à l'action *du fluide déférent*; au lieu que le *frottement* entre deux corps *conducteurs* n'y

change rien quant à l'état du *fluide électrique;* il y demeure toujours *libre,* et également distribué sur les deux corps. Il faut donc qu'au moins une des substances *frottées* soit, ou *non-conductrice* ou *lentement conductrice,* pour que le *déplacement* du *fluide électrique* puisse être aperçu.

83. Une expérience connue peut donner la première idée de l'effet du *frottement,* pour faire acquérir du *fluide électrique* à un corps aux dépens d'un autre corps; c'est celle d'un *ruban de soie* qu'on fait passer rapidement suivant sa longueur, sur une partie d'un autre *ruban;* opération dans laquelle le premier enlève du *fluide électrique* au dernier. La couleur des rubans est indifférente, mais ce qui ne l'est pas, et qui est en même temps une condition indispensable du succès, c'est que l'air et les rubans eux-mêmes soient bien secs. Il faut aussi, pour cette expérience, avoir un électroscope très-sensible, dont les petites balles, suspendues à une cape métallique, soient renfermées dans une cage de verre, armée à ses côtés opposés de petites lames de feuille d'étain en communication avec le sol. J'expliquerai dans la suite l'effet de ces lames, pour augmenter la *sensibilité* de l'instrument, ainsi que les phénomènes électroscopiques produits par les rubans et que

je vais décrire. La *soie* étant *non-conductrice* n'agit pas sur l'électroscope en l'*électrisant*, comme le ferait un corps *conducteur* qui serait *électrisé*, elle n'agit que par *influence*, c'est-à-dire, par le *fluide déférent*. Mais ici je me bornerai à indiquer les phénomènes.

84. Il faut prendre deux rubans semblables, d'environ 2 pieds de long, et qu'une personne tienne l'un de ces rubans bien tendus, tandis qu'une autre personne fera passer l'autre ruban deux ou trois fois sur une partie de celui-là, en le traversant et le *frottant* avec un peu de force. Aussitôt après l'une des personnes apportant son *ruban* au dessus de l'électroscope, les petites balles *divergeront*; mais quand l'autre ruban sera apporté au dessus de celui-là, la *divergence* des balles diminuera ou cessera même. Ainsi les *rubans* se seront mutuellement *électrisés* en sens contraire. Pour savoir lequel des deux a enlevé du *fluide électrique* à l'autre, il faut, après avoir réitéré le *frottement*, et présentant l'un des *rubans* au dessus de l'électroscope, ce qui fera diverger les balles, porter au dessus de l'électroscope et de ce ruban, un bâton de cire d'Espagne *frotté*. Si la présence de la cire fait diminuer la *divergence* des balles, le *ruban* est *positif*, si au contraire elle l'augmente, il est *négatif*. Or, par cette épreuve,

on trouve, que celui des *rubans* qui a passé dans sa longueur sur une partie seulement de l'autre, lui a enlevé du *fluide électrique*, car c'est celui-là qui est *positif*.

85. On peut aisément se rendre raison de l'effet du *frottement*, pour produire ces phénomènes opposés dans les deux *rubans*, l'un *perdant* et l'autre *acquérant* du *fluide électrique*, comparativement à l'état où ils étaient auparavant avec tous les autres corps; ce qui constitue l'*électrisation*, autant quand un corps *perd* que lorsqu'il *acquiert* du *fluide électrique*. L'effet immédiat de la *friction* entre les deux *rubans*, est de détacher la *matière électrique* fixée sur eux comme *non-conducteurs*, et de la livrer ainsi un instant à l'action du *fluide déférent*. Dans cet instant le *ruban* qui traverse, emporte *plus* que sa portion de cette *matière*, parce que tandis que les parties qui viennent de *frotter* s'éloignent, celles qui succèdent *frottent* aussi la même partie de l'autre *ruban*, et lui enlèvent encore de la *matière électrique*. C'est, comme je l'ai déja fait remarquer, ce qui ne peut arriver entre deux corps également *bons conducteurs*; parce que le *fluide électrique* y étant toujours *libre*, en supposant qu'il éprouve quelque agitation par le frottement, dans l'instant il est également distribué sur les deux corps. Mais

si l'un ou l'autre des corps qui se *frottent* mutuellement est *non-conducteur*, ou que l'un et l'autre le soient; durant le temps où le *fluide électrique*, auparavant *fixé*, se trouve *libre*, il peut, pour un temps plus ou moins long, être inégalement distribué sur les deux corps.

86. C'est par différentes combinaisons de cette cause, que sont produits les différents cas du phénomène auquel on a donné le nom général d'*excitation*; effet qui jusqu'ici, quoique le *fluide électrique* réside toujours sur les corps, est notre seul moyen d'en être instruits; parce qu'il ne se manifeste que quand il est également distribué entre eux; et il se manifeste alors, ou par les *mouvements électriques*, ou par des *étincelles* quand son équilibre se rétablit tout-à-coup. Quand on frotte un bâton de *cire d'Espagne*, ou avec la main, ou avec quelqu'autre corps que la main, cette substance qui est fortement *non-conductrice*, et qui ainsi ne peut recevoir du *fluide électrique* qu'au contact, *perd* une grande partie de celui qui en est détaché, parce qu'aussitôt il passe dans la main et par elle dans le sol. Mais si l'on frotte ainsi un bâton de *verre*, celui-ci, qui est assez peu *non-conducteur* pour recevoir du *fluide électrique* à quelque distance, et qui l'est assez cependant pour retenir quelque temps celui dont il s'empare,

en retient *plus* que la main ou l'étoffe qui le *frotte.*

87. Les mêmes causes produisent d'autres *différences* dans les effets du *frottement.* D'abord, par le *frottement* de la main, ou d'une étoffe de laine tenue dans la main, on *enlève* plus de *fluide électrique* à un bâton de *cire d'Espagne*, qu'on ne peut en donner à un bâton de *verre*, du moins pour un temps sensible; parce que le premier en *acquiert* beaucoup plus difficilement de l'autre main qui le tient, que le dernier n'en *perd* avec elle. La différence, quant à l'intensité des effets, est contraire entre les machines électriques des deux espèces, de cire d'Espagne, soufre ou résine et de verre. Ici, toutes choses d'ailleurs égales, c'est le verre qui produit le plus grand effet, c'est encore par la même cause; c'est-à-dire, parce que le *verre*, qui reçoit du fluide du *frottoir*, le cède au *conducteur* par une grande partie de sa surface, à quelque distance; au lieu que la *cire d'Espagne*, le *soufre*, les *résines* ne reçoivent que difficilement du *conducteur* le fluide que le *frottoir* leur enlève, et qu'il ne se répand que difficilement à sa surface quand elle en a reçu.

88. Dans le temps où l'on ne connoissait rien encore au procédé de l'*excitation*, quoiqu'on l'employât empyriquement, voyant produire

des *étincelles* aux *conducteurs* des globes de *soufre* ou de substances *résineuses* comme à ceux des globes de *verre*, on croyait que l'effet était le même au fond; c'est-à-dire, qu'un *fluide* passait de tous ces globes au *conducteur*; et l'on ne préféra les globes de *verre*, que parce que les effets étaient plus grands. On aperçut ensuite des différences plus caractéristiques, qui donnèrent naissance à l'hypothèse de deux sortes d'*électricités*, l'une *vitreuse* l'autre *résineuse*. M. BRISSON n'acquiesce pas à cette distinction; mais en même temps, n'admettant pas non plus les états de *plus* et de *moins*, il ne fait consister la différence que dans le degré d'*énergie* du *fluide électrique*. « Lorsque son « action (dit-il §. 2285) est *animée* par le *verre*, « elle a beaucoup plus d'*énergie*, que lors- « qu'elle est *animée* par un corps *résineux*. » Mais il n'a pas fait attention que l'*énergie* est inverse lorsque le *frottement* s'exerce sur ces corps tenus d'une main, tandis qu'on les *frotte* sur un corps qui communique avec le *sol*; de sorte que c'est alors le corps *résineux* qui produit plus d'effet que le *verre*; mais ce sont des effets *opposés*, puisqu'ils se détruisent l'un l'autre : le *verre* a *gagné* et le corps *résineux* a *perdu* du *fluide électrique*.

89. Si le *premier conducteur* d'une machine

où l'on emploie le *verre* a une *pointe*, tandis que son *frottoir* communique avec le *sol*; ou si le *frottoir* (qui doit être isolé) d'un globe de *soufre* a une *pointe*, tandis que son *premier conducteur* communique avec le sol; ces *pointes* produisent l'une et l'autre une *aigrette* : si l'on place inversement les *pointes* et les *communications avec le sol* dans les deux machines, on verra également paraître aux deux premières un *point lumineux*. Ce dernier phénomène est produit par la concentration sur la *pointe*, du *fluide électrique* provenant des particules d'*air*, qui y accourent et lui cèdent du *fluide*; à celle de la machine à *verre*, c'est pour remplacer celui que perd le *frottoir*, et à celle à *soufre*, pour remplacer celui que *perd* son *premier conducteur*; c'est l'effet des *pointes*, suivant que je l'ai expliqué d'après M. VOLTA. Mais j'ai distingué de cet effet le phénomène des *aigrettes*, et je vais maintenant l'expliquer.

90. J'ai déja dit que le *fluide électrique*, quoique libre de se *mouvoir* auprès des *conducteurs*, y est retenu par sa *tendance* vers eux; de sorte qu'il *circule* autour d'eux, par deux *tendances* analogues à celles qui font *circuler* les planètes autour du corps central. Ainsi, pour que le *fluide électrique* soit retenu auprès des *conducteurs*, il faut qu'à chaque instant, sa

tendance vers eux puisse surmonter sa *tendance* à se mouvoir en ligne droite. Il faut donc que les *courbures* des conducteurs soient telles, que dans les mêmes tempuscules, les deux *tendances* se compensent et tiennent ainsi ses particules à même distance du *conducteur*. Et, comme les *courants* du *fluide* sont plus rapides quand il est plus dense, il faut que les *courbures* soient moins sensibles, à proportion de ce que la machine transmet plus de *fluide* à son *premier conducteur*. Si donc ce *conducteur* a des *angles*, ou qu'il se termine en *pointe*, le *fluide électrique* qui y arrive a trop tôt dépassé la *distance* à laquelle il peut être retenu par le *conducteur*, pour que sa route soit fléchie, et il la continue alors en ligne droite. Des courants de *fluide électrique* se déterminent de toutes parts vers ces points, comme ils se déterminent vers toute *issue* des *fluides* ou des liquides. Or ces *courants*, forçant pour ainsi dire leur passage à ce point, ils y deviennent *très-denses*; ce qui fait qu'une partie du fluide se *décompose*, et laisse échapper de la *lumière* du *feu* et une substance ayant l'odeur *phosphorique*, substances qui font partie de ce que j'ai nommé sa composition *intime*; et comme chaque *courant* suit, en s'échappant, sa dernière direction sur le *conducteur*, après s'être entrechoqués, ils diver-

gent en houpe; d'où résultent les *filets* des *aigrettes*.

91. Ces effets ont beaucoup d'analogie avec ceux de la *machine hydraulique* de M. VERRA. On sait que cette machine consiste en une *corde* passant sur deux poulies, l'une retenue par un poids, dans une coulisse fixée au fond de quelque réservoir d'eau, l'autre à un point fixe, situé à une certaine hauteur, où elle est mue par une manivelle. Cette *corde*, mise ainsi en mouvement, fait élever le long de son côté ascendant une certaine quantité d'*eau*, qui se verse dans un baquet, d'où elle s'écoule vers le lieu où l'on en a besoin. Voyons d'abord la cause de cet effet.

92. L'*eau* a une tendance à adhérer à la plupart des corps qui s'étend jusqu'à une certaine distance. C'est par cette tendance que la *corde*, passant rapidement dans l'*eau*, donne à sa sortie une impulsion de bas en haut à une colonne d'*eau* de plusieurs pouces de diamètre. Cette *impulsion*, par la même cause, continue de s'exercer sur l'*eau* qui suit la *corde*; la pesanteur la fait sans doute couler vers le bas à l'extérieur de la colonne, mais si le mouvement est rapide, il peut en arriver beaucoup à une assez grande hauteur. J'ai dirigé l'établissement d'une de ces machines à *Windsor*, pour un puits

puits de 90 pieds de profondeur, qui, par cette raison, avait été abandonné, et elle produit un courant d'eau de près d'un pouce de diamètre ; on en a établi une depuis dans une tour du château, qui élève à 170 pieds un filet d'eau de près de demi-pouce. Voici les analogies de cette *machine* avec la *machine électrique*.

93. La *corde* qui passe dans l'*eau*, en retient une certaine quantité, comme le *verre* enlève du *fluide électrique* au *frottoir* ; il y a des différences spécifiques dans les *tendances*, mais elles produisent les mêmes effets. Quand l'*eau* arrive au haut de la *corde hydrophore*, elle a une disposition semblable à celle du *fluide électrique* qui arrive à l'extrémité du *premier conducteur*, en ce que l'impulsion qu'elle continue de recevoir sur la route de la corde tend à la faire mouvoir en *ligne droite* dans cette direction, comme les particules du *fluide électrique* tendent à suivre la direction suivant laquelle elles arrivent à quelque partie angulaire d'un conducteur. Si la *corde* se courbait là sur une *petite poulie*, à la première inflexion qu'elle y éprouverait, l'*eau* s'élancerait en jet par la tangente, comme le *fluide électrique* s'élance des parties des *conducteurs* dont la *courbure* est trop brusque. Si au contraire la *poulie* était trop grande, il arriverait ce que nous cherchons à produire dans

les *premiers conducteurs* à l'égard du *fluide électrique*, l'*eau*, dans chaque petit espace, étant rapprochée de la *corde* par sa *tendance* vers elle, autant que son mouvement en ligne droite *tend* à l'en écarter, elle suivrait la *corde*, et redescendrait avec elle dans le réservoir. Ainsi, pour l'usage auquel cette machine est destinée, le diamètre de la *poulie* doit être tel, qu'avec un mouvement commode de la manivelle, l'*eau* ne commence à abandonner la *corde* que vers le sommet ; alors elle s'élance horizontalement contre une demi-voûte qui la fait tomber dans le baquet. Et ici se produit un effet, qui sert à manifester la cause. Les parties de l'*eau* qui tendent le moins vers la *corde* à cause de leur plus grand éloignement, s'élancent les premières; les parties successivement plus rapprochées la suivent plus longtemps, mais s'échappent aussi à leur tour jusqu'à un certain point, et celles qui en sont les plus voisines l'accompagnent dans sa descente; d'où résulte, non un seul jet, mais une lame plus ou moins continue et uniforme, suivant la nature de la corde et quelques autres circonstances. Ces effets de la différente *distance*, quant à l'énergie de la tendance de l'*eau* vers les corps, entrent pour beaucoup dans les phénomènes *hygroscopiques*, comme je le montre dans l'ouvrage dont j'ai parlé ; mais on

peut difficilement apercevoir les effets de la cause analogue dans les phénomènes du *fluide électrique* sur les *conducteurs*, parce que sa couche n'y a pas une épaisseur sensible, et comme il s'y meut par sa propre nature, il accourt de toute part vers les points où il peut s'échapper, ce qui, comme je l'ai dit, produit les *aigrettes* par le conflit des courants.

94. Ainsi l'*aigrette* que produit une *pointe* mise au *frottoir* isolé d'une machine à *soufre* où à substance *résineuse*, dont le *premier conducteur* communique au sol, n'indique pas moins la *sortie* rapide du *fluide électrique*, que l'*aigrette* formée à la *pointe* du *premier conducteur* d'une machine à *verre*, dont c'est le *frottoir* qui communique avec le sol : et le *point lumineux* qui paraît à la *pointe* du *premier conducteur* d'une machine à *soufre* ou à *résine*, comme réciproquement à celle du *frottoir* isolé d'une machine à *verre*, indiquent également l'*entrée* du *fluide électrique* venant de l'*air* à ces *pointes*, rendues fortement *négatives* par l'écoulement continuel du *fluide*, vers le sol aux côtés opposés des machines respectives. Les *aigrettes* et les *points lumineux* produisent également un *vent*; parce que les particules d'*air* qui y accourent de toute part à cause de leur *différence* d'état électrique, ayant *acquis* du *fluide électrique*

des *aigrettes*, et en ayant *perdu* en produisant les *points lumineux*, se portent également vers l'*air* opposé, qui *diffère le plus* d'avec elles; ce qui leur fait suivre une même direction.

95. Les *machines électriques* les plus convenables pour les expériences analytiques du *fluide*, sont celles qui ont des *conducteurs* de même surface, de même forme, et semblablement situés à leurs côtés opposés, l'un portant le *frottoir*, et l'autre des pointes pour recevoir le fluide du plateau ou du cylindre de *verre* en mouvement. De grandes machines, nécessaires sans doute pour certaines expériences, sont nuisibles pour toutes celles que j'ai à décrire, à moins qu'on n'opère dans une autre chambre, et qu'on ne les emploie qu'à charger une *bouteille de Leyde*; parce qu'elles produisent dans l'air du lieu, des modifications qui troublent celles qu'il s'agit d'étudier. Un plateau de 8 pouces de diamètre est suffisant pour toutes ces expériences, et même il faut que la table sur laquelle on opère soit éloignée de cette machine. Ses *conducteurs* peuvent être de 10 à 12 pouces de long et de 2 pouces de diamètre, jusqu'à leur renflement en forme de boule aux extrémités. Je suppose les deux *conducteurs* sur une même ligne à l'opposite l'un de l'autre. Le *premier conducteur* peut être sur un pied iso-

lant à part, en l'assujettissant par une pointe, fixée à la base de la machine, et qui entre dans la sienne; mais le pied isolant du *frottoir* doit être fixé à la base même de la machine.

96. Par cet arrangement, on peut faire une première expérience sur la machine elle-même, en y ajustant des *pointes* sur lesquelles puissent se visser des *boules* d'environ 1 pouce de diamètre, mais qui ne se vissent que dans une longueur d'environ $\frac{1}{4}$ de pouce, le reste de l'axe de la boule étant percé d'un plus grand trou, dans lequel, la pointe soit isolée sans le dépasser. Si ces pointes fixées aux extrémités des deux *conducteurs* sont sans les boules, et qu'on mette en mouvement la machine dans l'obscurité, sans communication avec le sol, on verra une *aigrette* à la *pointe* du *premier conducteur*, et il produira des *étincelles*, mais il paraîtra un *point lumineux* à la *pointe* du conducteur du *frottoir*, qui produira aussi des *étincelles*. Ce sont là les seules vraies *affluences* et *effluences* simultanées qui ayent lieu dans les expériences électriques, et elles se font en *différentes parties* de la machine. Le *fluide électrique* provenant de l'air *afflue* à la *pointe* du *frottoir*, et il *efflue* à celle du *premier conducteur* : cependant, l'une et l'autre *pointe* produisent également un *vent* qui souffle la flamme d'une petite

bougie. Si l'on visse alors les *boules* aux *pointes*, le *point lumineux* et l'*aigrette* cessent, et en même temps la machine ne produit presque plus d'*étincelles*; parce que la boule *devenant négative* au conducteur du *frottoir*, le *fluide électrique* des particules d'*air* qui s'approchent de la *pointe*, perd, par ce corps voisin, à plus grande surface, une partie de sa faculté de se communiquer (de sa *tension*, suivant l'expression de M. VOLTA), et ainsi il en passe peu, tant à la *boule* qu'à la *pointe*; et celui qui par cela même, arrive en moindre quantité à l'extrémité du *premier conducteur*, circule autour de la *boule*, sans pouvoir former d'*aigrette* à la *pointe*; et alors on n'aperçoit point non plus de *vent* sensible de part ni d'autre.

97. Les *étincelles* partent donc du *premier conducteur*, vers le corps qu'on en approche, et vont au contraire de ce corps au *conducteur* du *frottoir*; on en obtient une même somme en un même temps de part et d'autre; elles sont plus courtes mais plus fréquentes au conducteur du frottoir, qu'au premier conducteur, et les petites étincelles du premier produisent une sensation plus vive que les *étincelles* plus grandes du dernier; sans doute parce que le fluide sortant du doigt présenté au conducteur du frottoir soulève l'épiderme.

98. On a très-fréquemment un signe visible de la route que suit le fluide électrique dans les *étincelles*. Quoique celles qui sont produites au *premier conducteur* et au *conducteur du frottoir* paraissent d'abord semblables, si on les observe avec attention, on y remarque une différence que je vais indiquer. Le plus souvent une *étincelle* de grandeur médiocre, telle que celles de la machine dont je parle, n'est pas d'une même *couleur* dans toute son étendue, sa lumière est *blanche* dans une partie et *violette* dans le reste. Or, si l'on excite les étincelles avec un même corps, par exemple, avec la phalange d'un doigt, tandis que le côté opposé de la machine est en communication avec le sol, les *étincelles* qui partent du *premier conducteur*, sont vues briller d'une lumière *blanche* auprès de lui, et *violette* dans le reste de leur étendue, avec un point brillant sur le doigt. Si l'on transporte au *premier conducteur* la communication avec le *sol*, les *étincelles*, produites entre le doigt et le *conducteur du frottoir* ont les différentes *couleurs* inversement situées; ici la *lumière violette* est du côté du *conducteur*, avec un point *blanc* sur lui, et la lumière *blanche* est auprès de l'*excitateur*. Différentes circonstances font varier ce phénomène, mais c'est ce qui arrive le plus souvent. Voilà des différences

caractéristiques, dont il faut chercher la cause, et on la trouve dans ce que j'ai dit de la *lumière* que répandent les courants libres du *fluide électrique*, quand il s'élance de quelque point; c'est qu'il s'en *décompose* une partie par excès de *densité*. La lumière *blanche* procède d'une *décomposition* plus complète du *fluide*, qui doit avoir lieu le plus souvent au point de *départ*, où il est le plus resserré par les courants qui y convergent, et au point d'arrivée où ils tardent un instant à se répandre. Mais si le courant total qui s'en forme est peu considérable, le *fluide* étant plus libre dans le trajet, qu'au départ, il se décompose moins complètement, et ne laisse échapper que les rayons *violets*. On peut suivre les nuances de ces effets, lorsqu'en tâtonnant, on produit des *étincelles* de grandeur convenable, et l'on voit aussi le point *blanc*, là où le *fluide* se trouve accumulé à son entrée sur l'autre corps, et où sa *décomposition* redevient plus complète. Si les *étincelles* sont trop fortes, elles sont *blanches* d'un bout à l'autre.

99. Par cette explication de la *lumière électrique*, fondée sur un grand nombre de phénomènes, comme je l'ai montré en d'autres ouvrages; et qui rend compte en particulier, comme symptôme de *décomposition* du fluide,

des effets *chimiques* des *étincelles*, tandis que le *fluide électrique* dans *son entier*, en quelque quantité qu'il soit accumulé sur les corps, n'en produit aucun qui soit connu, nous distinguons précisément la *route* que suivent les *étincelles*: au *premier conducteur*, elles partent *de ce corps* vers le *sol*; et au côté du *frottoir*, elles partent, au contraire, *du sol* vers son *conducteur*.

100. Les machines à deux *conducteurs* ont encore un grand avantage pour ces expériences analytiques, en ce qu'on peut y *charger* inversement la *bouteille de Leyde*, source si commode de modifications électriques pour les expériences délicates, quand il faut opérer loin de la machine qui les produit originairement. On peut, il est vrai, *donner* ou *ôter* du *fluide électrique* aux corps avec cette *bouteille*, de quelque manière qu'elle soit *chargée*, ou en employant son *bouton* tandis qu'on la tient dans la main, ou en la prenant par son *bouton* pendant qu'elle repose sur un corps isolant, et employant son *armure extérieure*; mais cela est incommode. Il vaut mieux pouvoir toujours opérer par le *bouton*, soit pour *donner* soit pour *ôter* du *fluide électrique* aux corps; et quand on veut obtenir les deux effets dans le cours d'une expérience, on peut avoir deux *bouteilles*, l'une

chargée par le *premier conducteur* de la machine, et l'autre par le *conducteur du frottoir*, en mettant inversement la communication avec le *sol*, source du *fluide électrique* dans ces expériences. L'une et l'autre de ces *bouteilles* pourront aussi produire les effets réciproquement opposés, par leur *armure extérieure* et par leur *bouton*. Ces phénomènes, déja assez connus, devraient avoir convaincu M. BRISSON; qu'il n'y a d'affluence du *fluide électrique* qu'au côté du *frottoir* de la machine, ni d'*effluence* que par le *premier conducteur*; et je ne conçois pas comment elle ont pu lui laisser du doute sur le *plus* et le *moins*, comparativement à l'*état électrique* actuel du *sol*, aux côtés opposés de la *bouteille chargée*.

101. Je crois avoir maintenant assigné évidemment la cause générale de l'*excitation*, ainsi que celles des autres phénomènes de la *machine électrique*, dans laquelle l'*excitation* produit de grands effets, par la durée du *frottement*, et l'intervention de l'*air* ou du *sol*, mais à l'ordinaire par celle de ce dernier. C'est-là, que toutes nos expériences électriques prennent leur origine; car sans quelque déplacement du *fluide électrique*, qui en *ajoute* ou qui en ôte à un corps comparativement à la quantité actuelle de l'*air* ou du *sol*, nous ne

l'apercevons point. C'est donc là aussi que doit commencer toute *théorie électrique*, sans quoi elle ne peut être qu'une chimère. La *machine électrique* dont j'ai parlé est propre à une autre expérience analytique; mais, comme cette expérience tient déja aux *mouvements électriques*, je la renvoie à la *section* suivante.

SECTION III.

Des MOUVEMENTS ÉLECTRIQUES *en général.*

102. La première chose que j'ai à établir à l'égard des *mouvements électriques*, est la *théorie* de M. Volta, c'est-à-dire, la participation de l'*air* à ces *mouvements*, et la manière dont il y intervient. J'ai cherché à m'assurer de cette *théorie* par l'expérience; et la première que je rapporterai renferme tout l'ensemble des phénomènes et de leurs causes prochaines. Si M. Brisson l'eût lue dans mes *idées sur la météorologie*, je crois qu'elle l'aurait fait changer d'opinion sur les *effluences* et *affluences* simultanées aux mêmes points des corps électrisés; parce qu'il y aurait vu que l'*impulsion* exercée contre la flamme d'une bougie, n'est point l'*impulsion* d'un *fluide* qui émane des corps, mais celle de *courants* d'*air*, dont la cause participe à tous les *mouvements électriques*, et produit aussi un autre phénomène sur lequel il se fonde, savoir l'*accélération* de l'écoulement des liquides dans les passages étroits.

103. Pour les expériences suivantes, la *machine électrique* décrite ci-dessus, doit être pla-

cée à l'extrémité d'une chambre suffisamment longue, et la direction des deux *conducteurs* doit être suivant la largeur de la chambre. Il faut fixer trois ficelles aux murs opposés de cette chambre, aussi haut qu'il est possible, et qui la traversent, l'une à 4 à 5 pieds de distance horizontale de la machine, et les deux autres successivement à des distances à peu près égales. Ces ficelles sont destinées à soutenir, par des cordons de *soie* qui leur sont fixés, deux *fils métalliques* très-flexibles, partant des extrémités des *conducteurs* de la machine, et s'avançant parallèlement dans la longueur de la chambre à peu près à la hauteur des *conducteurs*. La suspension de ces *fils* à de longues *soies*, et leur flexibilité leur permettent de se mouvoir aisément en arrière dans le sens de leur longueur, ce qui est le but de cet arrangement.

104. Les choses ainsi disposées, dès qu'on mettra en mouvement la machine, sans communication avec le sol, on verra les deux *fils* éprouver un *recul* égal, et en même temps leurs extrémités *souffleront* également la flamme d'une bougie. Cependant si l'on obscurcit la chambre, on verra une petite *aigrette* à l'extrémité du *fil* qui communique au *premier conducteur*, et un *point lumineux* à celle du *fil* qui com-

munique au *frottoir.* Nous avons donc aux extrémités de ces *fils*, les mêmes phénomènes qu'à celles des *pointes* des deux *conducteurs* (§. 94); mais ici s'ajoute le *recul* des *fils métalliques*, qui étant produit en même temps que le *vent* à leurs extrémités, dévoile la cause de l'un et de l'autre, celle de tous les *mouvements électriques*, suivant la *théorie* de M. VOLTA.

105. Les particules d'*air* qui environnent les *extrémités* des *fils*, y accourent de tout l'hémisphère extérieur dont cette extrémité est le centre; parce que c'est dans cet espace que leur état électrique *diffère le plus* d'avec celui des *fils*. Arrivées à l'extrémité du fil qui part du *premier conducteur*, elles y reçoivent du *fluide électrique*; celles qui arrivent à l'extrémité du *fil* qui communique au *frottoir*, y perdent, au contraire, du *fluide électrique*; mais les unes et les autres *diffèrent* également *plus* avec l'*air vis-à-vis* qu'avec toute autre partie de l'air; ainsi elles se meuvent toutes ensemble vers cet *air*; ce qui produit les deux *courants*. La *réciprocité* du *mouvement* des *fils* en sens contraire, n'est pas une conséquence immédiate de ce mouvement de l'air, elle résulte de l'*état électrique* de l'*air* vis-à-vis de l'*extrémité*. Là, pour chacun des *fils*, l'*air* est plus rapproché de leur *état électrique* respec-

tif, qu'il ne l'est d'aucune partie de leur longueur ; ils se *meuvent* donc vers l'*air* qui *diffère le plus* d'avec eux ; ce qui produit leur *recul*. C'est là la preuve de ce que j'avais annoncé au §. 54, que l'*air* éprouve lui-même des *mouvements*, quand quelque corps se *meut* électriquement dans son sein.

106. Il se manifeste en même temps, devant toute *pointe électrisée*, et en particulier devant l'extrémité de ces *fils métalliques*, un autre phénomène qui exclut comme cause des *mouvements électriques*, toute *impulsion* procédant de la *matière électrique* elle-même ; impulsion qu'on a cherchée sous différentes formes. Il y a sans doute quelque *impulsion*, toutes les fois qu'il y a *mouvement* ; car les *attractions* ou *répulsions* abstraites sont des chimères ; mais celle qui s'exerce dans les *mouvements électriques*, de même genre que celle qui produit les *affinités chimiques* et les *mouvements magnétiques*, est beaucoup hors de la portée de nos sens ; cependant on la cherchait dans quelque chose de *sensible*, à cause du *vent* qui se manifeste toujours plus ou moins autour des corps électrisés ; mais on va voir des phénomènes dont la comparaison produira une distinction précise entre ces deux classes de causes.

107. Pour les phénomènes dont il s'agit, il

faut avoir une balle de liége ou de moelle de sureau d'environ $\frac{1}{2}$ pouce de diamètre, et lui fixer deux soies minces, de 4 à 5 pieds de long, liées par l'autre bout à 2 ou 3 pieds de distance l'une de l'autre à une baguette portée par une baguette plus longue qui forme avec elle une T renversée. Cet arrangement est destiné à amener la *balle* devant la *pointe électrisée*, en se plaçant de côté, pour que le plan du triangle formé par les deux soies et la baguette supérieure, soit perpendiculaire avec la direction du fil métallique. Par la grande divergence des soies dans le haut, la balle ainsi située ne peut se mouvoir qu'en face de la pointe, sans se porter d'aucun côté.

108. Tenant donc la *balle* ainsi suspendue vis-à-vis de l'une ou de l'autre des extrémités des fils métalliques ci-dessus, ou de toute *pointe* fixée à la machine électrique, dès qu'on mettra la machine en mouvement, la *balle* sera chassée en avant à une grande distance, et y demeurera soutenue par le courant d'air formé devant la *pointe*. Qu'on passe alors devant celle-ci une lame de verre, la *balle* retombera et viendra s'appliquer à la lame vis-à-vis de la *pointe*, où elle demeurera comme collée; et c'est alors par sa *tendance électrique* qui, auparavant, était surmontée par le *courant d'air*.

109.

109. Cette expérience établit, je crois, une distinction très-claire entre les deux espèces de *mouvements* dont il s'agit. Tous les corps qui sont dans l'*état électrique* de l'*air*, ainsi que l'*air* lui-même, ont une *tendance* à se porter vers les corps *électrisés*, soit en *plus* soit en *moins*, comparativement à eux. La *balle* tend donc à se porter vers la pointe; mais cette *tendance* n'est pas suffisante pour la faire résister à l'*impulsion* du courant d'*air* qui se forme à cette *pointe* par la raison que j'ai indiquée. Une *lame de verre* interposée ne fait aucun obstacle à la cause de cette *tendance*; mais elle arrête le *courant* d'*air* en le déterminant latéralement; alors la *balle* retombe, et vient se fixer contre le verre vis-à-vis de la *pointe*, vers laquelle elle *tend* toujours à se porter. Si l'on retire alors soudainement la *lame*, avant que le *courant* d'air puisse se former, la *balle* vient toucher la *pointe*; là elle s'*électrise* comme elle, et s'en *écartant* d'abord comme l'*air*, elle est ensuite entraînée par son courant; mais alors l'interposition de la lame, ne la fait rétrograder que jusqu'à un certain point, elle demeure *écartée*, en tendant elle-même vers l'*air* opposé qui diffère plus d'avec elle que la *pointe*.

110. La cause de ces phénomènes explique encore un autre cas, cité par M. Brisson et

par d'autres électriciens, outre l'*impulsion* exercée contre la flamme d'une petite bougie, en faveur de quelque émanation *impulsive* des corps *électrisés* d'une ou d'autre manière, ainsi que des corps communiquants avec le *sol* qui présentent quelque partie saillante à un corps *électrisé*. Ce cas est celui de l'*accélération* d'écoulement d'un liquide par des passages étroits, lorsque le vase qui le contient est mis en communication avec ces corps. La cause de cette *accélération* est la même que celle qui produit le *mouvement* de l'*air*, ainsi que le dernier mouvement de la *balle* dans l'expérience précédente. Si les *liquides* n'avaient pas une *tendance* à adhérer aux corps, ils s'écouleraient avec un *mouvement* égal par les *petites* et les *grandes* ouvertures des mêmes vases, n'obéissant alors qu'à la pesanteur; mais ils sont retenus à l'issue des premières, par leur tendance à s'étendre et à s'accumuler autour de l'orifice, où ils forment de grosses *gouttes*, qui ne se détachent que lorsque la *pesanteur* prévaut enfin sur cette adhérence. Or, cette *tendance* est plus que surmontée par l'*électrisation* commune du vase et du liquide; parce qu'aussitôt que les particules de celui-ci se présentent à l'orifice du petit passage, elles tendent fortement vers l'*air*, ou vers tout autre corps qui est dans un

état électrique *différent* du leur ; ce qui est toujours la cause immédiate des *mouvements électriques* : par-là d'autres particules du liquide leur succèdent bientôt, et prennent au même point la même tendance. C'est encore la cause de l'*accélération* de l'*évaporation*, soit à la surface de notre peau, soit sur les autres corps, par l'*électrisation*, tant *positive* que *négative*. Les particules de la *vapeur*, à mesure qu'elles se forment, étant *électrisées* comme le corps, se portent aussitôt vers l'*air* éloigné qui ne l'est pas, et facilitent ainsi la formation d'autres particules de *vapeur*, qui prennent la même route, d'où résulte le même effet qui est produit par un courant d'air passant sur les corps où il se fait quelqu'évaporation.

111. Les phénomènes que je viens d'exposer, prouvent directement la théorie de M. VOLTA sur les *mouvements électriques* ; théorie que je vais répéter, en l'appliquant seulement à la *divergence* d'une paire de *balles* semblablement *électrisées*, pour la confirmer encore par analogie avec des phénomènes d'un autre genre. Supposons d'abord une seule *balle* électrisée suspendue dans l'*air* sans aucun autre corps voisin. Cette *balle* électrisera comme elle les particules d'*air* qui la touchent d'abord ; celles-ci s'éloigneront alors en se portant vers l'*air* d'alen-

tour, dont l'état électrique *diffère* le plus d'avec le leur; d'autres leur succéderont et prendront la même route. C'est ce mouvement de l'*air* autour des corps *électrisés*, qui fait éprouver sur la peau une sensation semblable à celle de l'attouchement d'une toile d'araignée; à quoi concourt la tendance de l'épiderme à se porter vers ces corps. Cependant la *balle*, placée au centre de ces *mouvements* de l'*air*, y demeure en repos. Mais qu'on suspende maintenant auprès de cette première, une autre *balle* semblablement *électrisée*: les deux *balles* concourront à *électriser* comme elles l'*air* qui les sépare; au lieu que chacune sera seule à produire cet effet sur l'*air* au côté opposé. L'état des deux *balles* diffère donc plus de l'état de l'*air* extérieur, que de celui de l'*air* qui les sépare, et en se portant vers le premier, elles s'*écarteront* l'une de l'autre : telle est la cause de leur *divergence*, et non aucune influence qui s'exerce directement de l'une sur l'autre; et c'est en cherchant une telle *influence*, qu'on a fait des systèmes électriques sans fondement, parce qu'il n'en existe point. Je vais montrer maintenant des effets analogues dont les causes sont sensibles.

112. S'il s'est amassé de la *poussière* sur l'eau d'un bassin, on peut la balayer, pour ainsi dire,

en laissant tomber sur le milieu de l'eau une petite lame de *savon* qui y surnage. Il faut pour cela ratisser du *savon*, prendre sur la pointe du couteau une des lames courbées qui se forment, et la laisser tomber sur l'eau avec sa convexité en dessous. Aussitôt on voit la poussière s'écarter du *savon* tout autour, gagner les bords du bassin; et s'ils sont mouillés, elle monte contre eux jusqu'aux confins de cette eau, et les trace par un filet en feston. Ce cas est analogue à ce qui se passe dans l'*air* autour d'une balle *électrisée* qui est seule. Le *savon* et l'*eau* ont une *tendance* à s'unir qui s'exerce à quelque distance. Dès que l'*eau* qui se trouve d'abord auprès de la pièce de *savon*, s'en est chargée, elle *tend* vers l'*eau* plus éloignée qui n'en a pas encore, et se porte vers elle; à mesure qu'elle s'écarte du *savon*, d'autre *eau* vient de dessous qui la *remplace*, à qui la même chose arrive, et successivement l'*eau savonnée* s'étend ainsi jusqu'aux confins de celle du bassin. C'est par ce *mouvement* de l'*eau* à la surface, que la *poussière* qui surnage est entraînée, et elle sert ainsi à rendre le *mouvement* visible.

113. Si, avant que ce *mouvement* soit terminé, ou plutôt dès qu'il commence, la petite lame de *savon* vient à se rompre, les pièces

s'*écartent* les unes des autres par un mouvement très-prompt. Ayant remarqué ce phénomène, je tâchai de le produire d'une manière plus analogue au mouvement d'une paire de balles. La difficulté de cette expérience consiste en ce que les lames de *savon* doivent être sans gerçures, parce que, lorsqu'elles en ont, elles se brisent en se fondant. Je n'ai pu l'éviter en coupant ces lames avec un instrument tranchant même très-mince; et je n'ai réussi, qu'en faisant d'abord un cylindre de *savon* d'environ demi-pouce de diamètre, et le fixant au bord d'une table, j'en sciais des rouelles, avec un simple fil mouillé. Ces rouelles étant coupées, je les rends d'égale épaisseur, environ $\frac{1}{2}$ ligne, en les ratissant légèrement. Je fixe à leur centre un fil très-mince et très-souple, en le faisant pendre et reposer sur ce centre, après avoir trempé son extrémité inférieure dans de l'eau gommée, dont une goutte est retenue par un gros nœud fait à cette extrémité. Quand la gomme est sèche, je lie le haut des fils d'une paire de rouelles à une petite pièce de bois, à la distance du diamètre des *rouelles*, afin qu'elles pendent librement l'une auprès de l'autre à même niveau : ces fils doivent être de 3 à 4 pouces de long et bien égaux.

114. Pour que cette expérience réussisse su-

rement, il faut employer de l'eau qui dissolve promptement le savon, en remplir un bassin, et faire tomber à sa surface quelque poussière légère. Prenant alors la paire de *rouelles* de savon par la pièce de bois à laquelle elle est suspendue, il faut la faire poser sur l'*eau* au milieu du bassin, en baissant aussitôt la main, pour que les fils deviennent lâches; et dans l'instant les *rouelles* s'*écartent* l'une de l'autre. Cet effet est absolument analogue à la *divergence* d'une paire de *balles* électrisées. Les deux *rouelles* fournissent du *savon* à l'*eau* qui est entre elles; mais chacune d'elles est seule pour en communiquer à l'*eau* opposée; l'une et l'autre tendant alors vers l'*eau* la moins *savonnée*, elles s'*écartent* l'une de l'autre. La *poussière* sert ici à produire un phénomène analogue à celui de l'interposition de la lame de verre dans les expériences précédentes; on la voit s'écarter de toute part; mais si l'on plonge aussitôt dans l'eau, parallèlement aux *rouelles*, la tranche d'une carte à jouer, la *poussière* rebrousse contre elle; parce que le *courant* d'*eau* de la surface cesse de ce côté-là; et comme il n'y arrive plus d'eau *savonnée*, celle des environs s'y porte. Ces analogies, dans un phénomène d'une espèce très-différente, mais de même genre, où les causes sont connues, et les *mouvements* visibles dans

le *milieu ambiant*, ne doivent laisser aucun doute sur la *théorie* de M. VOLTA à l'égard de la *divergence* des *balles* semblablement *électrisées*; leur état n'influe que par son rapport avec l'état électrique *actuel* de l'*air;* il n'y a point d'effet des *balles* l'une sur l'autre; et leur *divergence* est la suite des *tendances* mutuelles que j'ai montrées entre elles et l'*air*, qui s'exerce pour produire le *mouvement*, autant lorsqu'une seule *balle* est mobile, que lorsqu'elles le sont l'une et l'autre.

115. Mais jusqu'ici nous n'avons considéré que les *mouvements* de deux *balles* ou d'une seule à l'égard d'un corps immobile, quand l'un et l'autre corps se trouvent *électrisés* en *plus* ou en *moins*, sans égard à la cause qui a mis les corps en cet état. Cependant, c'est par-là que nous avons des *électroscopes;* c'est par ces *mouvements* que nous devons juger de l'*état électrique* des *conducteurs* auxquels une paire de *balles* communique : or, ici s'ouvre le champ le plus vaste qu'offrent les phénomènes électriques, et en même temps celui dans lequel régnait le plus d'obscurité, tant qu'on ne considérait le *fluide électrique* que comme une certaine substance particulière, qui ne subissait aucune modification *en elle-même*, changeant seulement de *quantité* sur les corps. Les *mou-*

vements électroscopiques nous conduisent à une idée très-différente, et c'est en les étudiant profondément que s'est formé mon *système* sur la *nature* du *fluide électrique*, tel qu'il réside sur les corps; j'en ai esquissé les traits généraux dans la *section première* de cette PARTIE, et je vais maintenant entrer dans plus de détails.

SECTION IV.

Détermination de la nature du FLUIDE ÉLECTRIQUE, *tant qu'il réside sur les corps, d'après les* MOUVEMENTS ÉLECTROSCOPIQUES.

116. LORSQU'UN corps n'est environné que d'*air*, une *paire de balles* qui lui est suspendue par des fils conducteurs, manifeste toujours exactement son *état électrique*. Si les *balles* ne *divergent* point, le *corps* est dans le *même* état que l'*air*; si elles *divergent*, ils sont dans des états différents : ce sont là de premiers indices sûrs fournis immédiatement par l'*électroscope*. Nous avons aussi un moyen sûr de déterminer dans quel *sens* l'état électrique du *corps* diffère de celui de l'*air*, quand les balles *divergent*; mais je n'en porterai pas plus loin ici la définition que je ne l'ai fait au §. 52, parce que sa cause dépend de ce que j'ai maintenant à établir. Je dirai donc seulement, qu'en *frottant* une baguette de *verre* ou un bâton de *cire d'Espagne*, et l'approchant du corps *électrisé* au dessus des *balles*, on juge certainement d'après le changement qui arrive dans

leur *divergence*, si le *corps* a proportionnellement *plus* ou *moins* de *fluide électrique* que l'*air*.

117. Mais si des *corps* en différents *états électriques*, se trouvent souvent dans le voisinage les uns des autres, les effets se compliquent beaucoup, et le langage des *électroscopes* est plus difficile à entendre. Je renvoie aux *expériences* la variété des cas, me bornant ici à quelques faits qui montrent la nécesssité d'étudier *la nature* du *fluide électrique* pour entendre le langage des *électroscopes*.

118. Je suppose un corps conducteur *isolé* et d'une certaine longueur, à chaque extrémité duquel pende une *paire de balles*. Si ce *corps* est dans le *même* état électrique que l'*air*, et qu'aucun corps *électrisé* ne soit dans son voisinage, les *balles* ne *divergeront* point; mais si l'on approche d'une de ses extrémités un corps *électrisé*, soit en *plus*, soit en *moins*, les *deux* paires de balles *divergeront*. La *théorie* de M. VOLTA embrasse ce *fait*. Si le corps qui exerce cette *influence* est *positif*, il augmente la *tension* du *fluide électrique* sur la partie du *conducteur* qui en est la plus voisine, et ainsi sur celui des *balles* qui s'y trouvent unies, dont une partie se porte jusqu'aux *balles* du

côté opposé : celles-ci ont donc alors *plus* de *fluide électrique* que l'*air*, et elles *divergent* ainsi comme *positives ;* tandis que les autres en ayant *moins*, *divergent* comme *négatives*. Les changements seront inverses, si le corps *influant* est *négatif*. Il ne se fait donc qu'un *déplacement* du *fluide électrique* sur le *conducteur ;* la quantité qui manque de ce fluide à l'un des côtés, est passée à l'autre côté ; et si l'on retire le corps *influant* (en supposant que l'air soit bien sec) ce *déplacement* cessant, les deux paires de balles cessent de *diverger*. Mais si, durant l'*influence* du *corps*, on touche le *conducteur* pour le mettre en communication avec le *sol* (supposé dans le même état électrique que l'*air*) et qu'on retire ensuite le corps *influant*, les deux paires de balles *divergeront* également, parce que le *conducteur* ne sera plus dans le *même* état électrique que l'*air :* si le corps *influant* était *positif*, le *conducteur* aura *moins* de *fluide électrique* qu'auparavant ; si le premier était *négatif*, le conducteur aura *plus* de *fluide électrique*.

119. Ce sont les phénomènes de cette classe, compliqués par ceux que manifeste aussi le corps *influant* quand on l'observe lui-même, qui nous conduisent à étudier la nature du *fluide électrique ;* parce que nous y voyons la

nécessité d'une distinction entre son degré de *force expansive*, d'où dépend sa faculté actuelle de se communiquer à d'autres corps, et son degré de *densité*, auquel seul se rapportent les *mouvements électriques*. Je rappelerai donc ici la *composition* que je lui ai assignée, en le considérant seulement tel qu'il est dans ces expériences; on n'y distingue alors que deux *ingrédients*; parce que la *décomposition* dont ils sont susceptibles, et qu'ils subissent quand le *fluide* s'élance d'un corps à un autre, n'a pas lieu dans ces phénomènes. Ces *ingrédients* sont la *matière électrique* et le *fluide déférent*. C'est la *quantité* proportionnelle de la première, qui constitue le degré de *densité* du *fluide électrique*; et c'est la plus ou moins grande quantité du *fluide déférent*, avec même quantité de *matière électrique*, qui détermine son degré de *force expansive*; ainsi ces *ingrédients* peuvent être en différentes *porportions* entre eux dans le *fluide électrique*, sans qu'il cesse d'être le même. Je vais déterminer plus particulièrement les propriétés distinctives de ces deux substances, et les *lois* de leur union.

Propriétés de la MATIÈRE ÉLECTRIQUE.

120. C'est à cette substance seule que se rapporte le phénomène des *mouvements électriques*, parce que c'est d'elle que procède la *tendance* que le *fluide électrique* exerce de loin sur tous les corps, et par laquelle il entraîne les corps libres qui en possèdent *plus* vers ceux qui en possèdent *moins ;* comme réciproquement les corps qui en possèdent le *moins*, s'ils sont libres, se portent vers ceux qui en possèdent le *plus*, parce que la tendance de cette *matière* et des *corps*, y compris l'*air*, est réciproque.

C'est encore cette substance seule qui, par la différence de sa *tendance* à l'*union* avec différents corps, distingue ceux-ci par rapport au *fluide électrique* en *conducteurs*, *non-conducteurs* et corps *intermédiaires*, suivant les définitions que j'en ai données dans la PARTIE 1.re d'après M. VOLTA, et plus particulièrement ensuite dans la *section* II de cette PARTIE.

C'est donc cette substance que l'on peut considérer comme déterminant, par sa *quantité* dans un même espace, le degré de *densité* du *fluide électrique*.

Propriétés du FLUIDE DÉFÉRENT *électrique.*

121. J'ai déja dit que c'est à ce *fluide* que la *matière électrique* doit son *expansibilité ;* de sorte que c'est de leur union que procède le *fluide électrique*, comme la *vapeur aqueuse* est produite par l'union du *feu* à l'*eau*. Et comme le *feu*, fluide déférent de la *vapeur aqueuse*, réside dans l'atmosphère, de même le *fluide déférent électrique*, y est répandu partout. Telles sont les *analogies* entre ces deux *fluides déférents ;* mais il y a entre les fluides deux fluides composés, deux différences caractéristiques que je vais déterminer maintenant.

I. *Différence.* La *vapeur aqueuse* conserve toujours, dans ses divers degrés de *densité*, certaines proportions déterminées du *feu* à l'*eau* dans ses particules ; proportions dont j'ai indiqué les *lois* dans l'*Introduction à la Physique terrestre* dont j'ai déja parlé. Mais à l'égard du *fluide électrique*, il peut y avoir de grandes différences dans le rapport du *fluide déférent* à la *matière électrique*, sans rapport à la *densité* du fluide, mais d'après d'autres circonstances.

II. *Différence.* Nous connaissons beaucoup d'autres usages du *feu* répandu dans l'atmo-

sphère et dans les corps, outre celui de produire la *vapeur aqueuse*, et il n'a qu'une faible tendance à s'unir à l'*eau* pour la produire, comme je le prouve dans l'ouvrage que je viens de citer. Mais quoiqu'il soit très-probable que le *fluide déférent électrique* a divers usages sur notre globe, nous n'en connaissons jusqu'ici aucun autre que celui de former le *fluide électrique*; il est toujours asservi de quelque manière à la *matière électrique*, par sa forte tendance vers elle, quoique cette tendance ne suffise pas pour prévenir entièrement l'effet de celle qu'il a comme *fluide expansible* à se mettre en équilibre avec lui-même.

122. Il faut donc considérer dans le *fluide déférent électrique* deux sortes d'*équilibres*; l'un qui regarde la *matière électrique*, et qui procède de leur tendance réciproque à s'unir, par laquelle le *fluide déférent* tend à s'accumuler en plus grande quantité, là où il y a plus de *matière électrique*; ce qui en forme une sorte d'atmosphère autour du corps qui a cet *excès*, non comme *libre*, mais comme s'étendant, par la seconde de ses *lois* d'*équilibre*, sur la *matière électrique* de l'*air* voisin ou des autres corps, où il s'oppose à lui-même moins de résistance par moins de densité. Ainsi, tandis que par la première de ces *lois* d'*équilibre*,

libre, les corps qui possèdent plus de *matière électrique* que les autres corps voisins, y compris l'*air*, devraient avoir plus de *fluide déférent* dans une certaine proportion, ils n'en possèdent pas dans cette proportion, parce que, d'après la seconde *loi*, ce *fluide expansible* tend aussi à se porter vers le lieu où le *fluide* de son espèce, étant en moindre quantité, lui oppose moins de résistance.

123. C'est-là une *lutte* continuelle d'effets opposés d'un genre très-important à considérer dans nombre de phénomènes, qui ne peuvent jamais être conçus tant qu'on y suppose le *repos*. Je n'entrerai pas ici dans bien des détails sur cet objet, mais dans mon *introduction à la Physique* terrestre, il revient très-souvent, d'après des phénomènes de diverses classes, dans lesquels la *permanence* apparente de certains états, n'est que la *compensation* d'effets opposés qui se produisent sans cesse, et dans plusieurs desquels la *lutte* produite par des causes connues, s'aperçoit par des oscillations, ou vacillations dans l'*état* observé. Je me bornerai donc ici à indiquer les causes d'une *circulation* continuelle du *fluide déférent* entre deux *corps* sensibles qui n'ont pas la même quantité proportionnelle de *matière électrique*, et j'en ferai voir l'effet dans les phénomènes.

124. J'ai dit qu'un corps qui possède plus de *matière électrique* qu'un autre corps voisin, ne peut conserver toute la quantité de *fluide déférent* qui lui appartiendrait en conséquence de sa quantité de *matière électrique*, parce que ce *fluide* se porte sur l'autre corps où le *fluide* de son espèce lui résiste moins. Ainsi le premier de ces *corps* possède *moins*, et le dernier possède *plus* de *fluide déférent* qu'en proportion de la quantité respective de leur *matière électrique*. Mais, par la tendance mutuelle du *fluide déférent* et de la *matière électrique*, il règne une *compensation* continuelle dans cet effet, jusqu'à un certain degré, parce que le premier corps recouvre par l'*air* une partie du *fluide déférent* qu'il perd avec l'autre corps, et que celui-ci perd avec l'*air* une partie de celui qu'il reçoit de l'autre corps. De sorte que la quantité *permanente* de *fluide déférent* sur les deux *corps* tient un certain milieu, suivant leur distance, entre le changement qu'elle éprouverait par l'influence de l'un sur l'autre, si l'*air* n'intervenait pas pour le diminuer, et l'équilibre qui s'établirait entre chacun de ces *corps* et l'*air*, s'ils n'étaient pas dans le voisinage l'un de l'autre. Suivons maintenant les *effets* des *causes* ainsi établies.

125. C'est de la quantité de *fluide déférent*

qui accompagne *actuellement* la *matière électrique* possédée par un corps, que dépend le degré d'*expansibilité* du *fluide électrique* qui s'en forme; c'est-à dire, que toutes choses d'ailleurs égales, il a plus de force pour passer à d'autres corps, ou il résiste plus à leur *fluide électrique*, à proportion qu'il contient plus de *fluide déférent*. Le *fluide électrique* du corps qui possède le plus de *matière électrique*, perd de sa *force expansive* par le voisinage de celui qui en a moins, parce qu'il perd de son *fluide déférent*, qui se porte vers le lieu où il est lui-même moins *dense*; comme il arrive au *feu* entre deux corps d'inégale *température*; et le *fluide électrique* du dernier acquiert de la *force expansive*, en acquérant le *fluide déférent* que perd l'autre; l'un et l'autre effet étant toujours en partie compensés par la *circulation* du *fluide déférent* entre la *matière électrique* de l'*air* et celle de ces corps; mais aussitôt qu'on sépare ceux-ci, celui qui possède le plus de *matière électrique* recouvre dans l'*air* la quantité de *fluide déférent* qu'il perdait par le voisinage de l'autre corps, et celui-ci perd avec l'*air* la quantité de ce *fluide* qu'il recevait du premier; de sorte que s'ils n'ont pas resté trop long-temps dans le voisinage l'un de l'autre, et que l'*air* soit bien sec, on les retrouve dans le même

état électrique où ils étaient avant cette action mutuelle de l'un sur l'autre. Les *électroscopes* indiquent tous ces états, comme les indiqueraient des *thermomètres* dans les mêmes circonstances entre deux corps dont l'un aurait une cause interne d'*échauffement* et l'autre de *refroidissement*, comparativement à la *température* de l'*air*.

126. C'est de ces *propriétés* respectives des deux *ingrédients* du *fluide électrique*, que résultent tous les phénomènes renfermés sous la dénomination générale d'*influences*, accompagnés, ou de *mouvements* dans les corps libres, ou de *transport* du *fluide électrique* d'un corps à un autre. D'après l'apparence de ces phénomènes divers, plusieurs physiciens les rapportaient déja à des *atmosphères*; mais comme on ne définissait pas celle-ci, et que des *atmosphères négatives* présentaient une contradiction; comme encore on tâchait d'assigner à ces *atmosphères* l'explication des *mouvements électriques*, auxquels les *influences* n'ont aucune autre part que de produire des *déplacements* du *fluide électrique* sur les corps, il n'est pas étonnant qu'on n'eût encore formé aucune théorie qui ne fût contredite par quelque phénomène. Les *petits corps* qu'on emploie d'ordinaire pour suivre la marche des *influences*, peuvent

y servir quand on l'a découverte, comme je le ferai voir dans la suite; mais pour la découvrir, il fallait employer de grands corps auxquels on pût appliquer des électroscopes, c'est ce que je compris dans mes premières expériences, ce qui me fit employer de plus grands *conducteurs;* puis, au lieu de *petites balles* de moelle de sureau pour les *corps mobiles,* j'employai des balles de laiton très-légères d'un $\frac{1}{2}$ pouce de diamètre, même jusqu'à deux $\frac{1}{2}$; et quelquefois des disques métalliques de 6 pouces de diamètre, fort minces mais avec un rebord arrondi; parce que je pouvais alors appliquer des *électroscopes* à ces corps mis en mouvement par quelque *influence.* C'est ainsi que je suis arrivé surement au *système* que j'ai déja exposé dans mes *idées sur la météorologie,* et que je n'ai trouvé sujet à aucune exception dans aucune classe de phénomène électrique; parce qu'il ne fait qu'appliquer des *causes* évidentes à la *théorie* de M. Volta. Cependant je crois voir la raison de ce qu'il n'a pas frappé la plupart des électriciens, comme il me semble qu'il aurait dû le faire; c'est parce que les *expressions* usitées en parlant du *fluide électrique* et de ses modifications, auxquelles j'avais cru devoir me conformer, sont restées équivoques, malgré le soin que j'avais pris d'en déterminer

le sens ; je les changerai donc, quoiqu'en général j'évite les *néologismes*, et je le ferai en fixant le sens des *expressions* par des applications conjointes à une classe de phénomènes, dans lesquelles la marche des *causes* et de leurs effets est immédiatement sensible, je veux dire l'influence de la *chaleur* sur l'*air*.

SECTION V.

Analogies et différences des effets du FEU LIBRE (*ou de la* chaleur) *sur l'*AIR, *et du* FLUIDE DÉFÉRENT *sur le* FLUIDE ÉLECTRIQUE, *précédées de l'explication de quelques termes employés dans cette section.*

127. On ne peut embrasser tous les phénomènes électriques sous une théorie précise, sans considérer dans l'*état* du *fluide qui les opère* trois *différences* distinctes, que je vais déterminer.

1. Quand on *donne* à un corps isolé une quantité excédente de *fluide électrique*, comparativement à celle que possèdent actuellement les autres corps dans le même lieu, y compris l'*air*, ou qu'on lui *ôte* une partie de cette quantité, on y produit l'état désigné par le mot *électrisation.*

2. Quand un *fluide expansible* occupe deux espaces distincts, mais communiquant l'un à l'autre, quelque modification particulière qu'il éprouve dans l'un ou l'autre, il demeure nécessairement en équilibre entre eux, quant à la *force expansive.* Lors donc que deux corps

conducteurs isolés sont en communication l'un avec l'autre, la *force expansive* du *fluide électrique* est égale entre eux, et son degré, étant comparé à la force expansive du *fluide* sur les autres corps et dans l'air, peut être ou plus grand, ou moindre, ou égal; ce qui forme un second objet de comparaison.

3. Je suppose deux espaces distincts, mais communiquant l'un à l'autre, et qui contiennent un même *fluide expansible;* si la *force expansive* du *fluide* vient à augmenter dans l'un des espaces, il passera de celui-ci dans l'autre une partie du *fluide*, pour rétablir l'équilibre de *force expansive*, qui augmentera ainsi également dans l'un et l'autre; mais la *densité* du fluide aura *diminué* dans le premier espace, et *augmenté* dans le dernier. Or, voilà un troisième objet de comparaison à l'égard du *fluide électrique :* il peut être en équilibre de *force expansive* sur deux corps communiquant l'un à l'autre, quoiqu'il soit moins dense sur l'un que sur l'autre, parce que sa *force expansive* a augmenté sur le premier; et sa *densité* sur chacun des deux corps, étant comparée à la *densité* du *fluide électrique* sur les autres corps et dans l'air, peut être ou plus grande, ou moindre, ou égale.

128. Voilà donc trois modifications distinctes

que peut éprouver le *fluide électrique*, sur des corps *isolés*, comparativement à l'état du *fluide électrique* sur les autres corps et dans l'air; et c'est la confusion entre ces objets qui répand le plus d'obscurité sur les phénomènes électriques. Il conviendrait donc d'employer pour chacune de ces modifications une expression *comparative* qui la désignât immédiatement; et nous en avons trois sortes qui peuvent être réparties entre ces trois objets, en les leur fixant par convention. Il y en a d'abord deux qui sont usitées, et l'une et l'autre se rapportent à quelque *point fixe*, savoir, celles d'*excès* et *défaut*, et de *plus* et *moins*; et il y en a une troisième introduite déja dans l'électricité, celle de *positif* et *négatif*. On gagnera donc beaucoup de clarté dans l'expression, et par-là dans les objets présentés à l'esprit, en profitant de cet avantage. Et comme mon intention est de montrer ici, les analogies qui se trouvent entre les effets du *fluide déférent* sur le *fluide électrique*, et ceux du *feu libre* (ou de son effet, la *chaleur*) dans l'air, je fixerai d'abord ces différentes expressions, en les appliquant aux derniers de ces phénomènes, dans lesquels les causes et les effets sont également à notre portée. Ici l'analogie entre les deux classes de phénomènes est mon premier objet, c'est pourquoi j'ai choisi

des expressions qui pussent les embrasser l'une et l'autre : mais on y verra en même temps la nécessité d'expressions distinctes, et elles serviront ainsi de premier pas pour arriver à d'autres, auxquelles je me suis fixé quant au *fluide électrique*.

129. J'assimilerai un *vase* plein d'*air* ayant une ouverture à *robinet*, à un *conducteur* qu'on peut *isoler*; et considérant dans l'un et l'autre les trois espèces de *changements* dans leurs *fluides* respectifs que j'ai distingués ci-dessus, je leur appliquerai les trois sortes d'*expressions comparatives*, désignant aussi les trois espèces de *points fixes* qui s'y rapportent.

1. Supposant d'abord que le *vase* soit ouvert et qu'il ait la même *température* que le lieu, l'*air* dont ce vase se trouvera rempli sera à tous égards dans le même état que l'*air extérieur*. Si l'on ferme alors le *robinet*, on pourra considérer ce vase comme analogue à un *corps conducteur* qu'on *isole*, sans rien changer à l'*état électrique* où il se trouvait alors en commun avec les autres corps. Je nommerai *nul*, l'état actuel du *vase* et de ce *corps*. Si l'on applique au *vase* une pompe *refoulante*, pour y faire *entrer* une nouvelle quantité d'*air*, ou une pompe *aspirante*, pour faire *sortir* une partie de celui qu'il renferme, ces opérations

seront analogues à celles de *donner* une nouvelle quantité de *fluide électrique* au *conducteur isolé*, ou de lui *ôter* une partie de celui qu'il possédoit. Je nommerai ces changements opposés dans la *quantité* des deux fluides, *excès* et *défaut*.

2. Avant l'une ou l'autre de ces opérations sur le *vase* et sur le *conducteur isolé*, la *force expansive* de l'*air* dans l'un, et du *fluide électrique* sur l'autre, était la même que celle des *fluides* respectifs extérieurs. Considérant donc l'état de l'un et de l'autre sous ce rapport de *force expansive* seulement, je le nommerai *égal;* ce qui ne renfermera ainsi que l'idée d'*égalité* dans la *force expansive* entre le fluide *isolé* et le fluide semblable *extérieur*. Quand j'échauffe l'*air* du vase, en lui communiquant une nouvelle quantité de *feu libre*, ce qui augmente sa *force expansive;* ou quand je le réfroidis, en lui enlevant de ce *feu*, ce qui la *diminue*, ces opérations seront analogues à celles de procurer au *corps isolé* une nouvelle quantité de *fluide déférent*, ou de lui en enlever, et il en résultera aussi *augmentation*, ou *diminution* de *force expansive* dans son *fluide électrique*. J'appliquerai à cette espèce de *changements* opposés, dans l'*air* comme dans le *fluide électrique*, les expressions de *positif* et

négatif, et je nommerai *égalité* l'état intermédiaire.

3. Les opérations du cas précédent sur le *vase* et sur le *corps isolé* n'apportent aucun changement à la *densité* ni de l'*air* ni du *fluide électrique*, leur *quantité* restant la même qu'au commencement, et ainsi la *densité* de l'un et de l'autre demeure la même que celle des fluides respectifs extérieurs. Je nommerai cet état *zéro*, c'est-à-dire, nulle différence quant à la *densité*. Mais si tandis que le voisinage d'un corps étranger enlève ou donne du *feu libre* au *vase*, ce qui affecte la *force expansive* de son *air*, j'ouvre le *robinet*, il recevra de l'*air* dans le premier cas, et la *densité* de l'air y *augmentera*; et dans le second cas il perdra de l'*air*, ce qui *diminuera* la *densité* de l'*air* restant. Ceci est analogue à ce qui arriverait au *corps isolé* si, tandis qu'un autre corps lui enlève ou lui donne du *fluide déférent*, on le *touchait* pour le mettre en communication avec le sol; car dans le premier cas, il acquerrait du fluide électrique, ce qui *augmenterait* sa *densité*, et dans le dernier il en *perdrait*, ce qui rendrait le fluide restant moins *dense*. Je consacrerais à ces changemens relatifs à la *densité*, tant de l'*air* que du *fluide électrique*, les expressions *plus* et *moins*.

130. Telle est l'appropriation que je ferai dans cette *section*, des trois sortes d'expressions *comparatives* de quantité, et de leurs *points fixes* respectifs ; expressions qui pouvaient être d'abord destinées arbitrairement, mais qui cessent d'être arbitraires dès que leur application est fixée ; ainsi je les résumerai avant d'en faire usage dans l'explication des phénomènes, tant de l'*air* que du *fluide électrique.*

1. Concernant la *quantité* de ces fluides : *défaut, nul, excès.*
2. Concernant leur *force expansive* seulement : *négatif, égal, positif.*
3. Concernant leur *densité* seulement : *moins, zéro, plus.*

Ces neuf différentes *expressions* correspondent à des *choses* précisément distinctes, qu'on ne peut confondre sans qu'il ne règne beaucoup d'obscurité dans les phénomènes respectifs, surtout dans les phénomènes *électriques*, qui ne sont restés obscurs jusqu'ici que parce qu'on ne les y a pas considérées. Le *défaut*, dans l'acception où je prends ici ce mot, est ce qu'on nommait indifféremment état *négatif* ou *moins ;* mais dans le sens que je lui attache pour le présent, il n'est ni l'*un* ni l'*autre ;* il en est

composé. De même l'*excès* est ce qu'on nommait indifféremment état *positif* ou *plus*, mais qui n'est ici ni l'*un* ni l'*autre*, il en est *composé*. Et comme il faut un point de comparaison qui renferme aussi le sens de *composition*, le *nul* ne sera ni l'*égal* ni le *zéro*, mais l'*association* des deux. C'est par une analyse semblable des modifications de l'*air* et de la *vapeur aqueuse*, que je suis parvenu à la mesure des *hauteurs* par le *baromètre*, et à celle de la *quantité d'eau évaporée* par l'*hygromètre*; phénomènes fondamentaux en physique, parce que tout y est à découvert, les *causes* comme les *effets*. Voici le *fluide électrique* où les causes échappent aux sens, mais où les *effets* sont *immédiatement* caractérisés; ce qui fournit une *transition* très-importante dans les conclusions du *connu* à l'*inconnu*, qui est notre seule marche dans la *physique* proprement dite, mais une marche sûre quand elle est convenablement suivie. Des *circonstances* absolument *analogues* entre les phénomènes caractéristiques du fluide *impondérable* et *impalbable* par lui-même, qui a reçu le nom de *fluide électrique*, lui assignent indubitablement une composition de même *genre* que celle de l'*air* et de la *vapeur aqueuse*, fluides *pondérables*. Ce sont ces *circonstances* qu'il faut d'abord bien déterminer,

parce que si les résultats de cette analyse nous conduisent indubitablement à la *nature* du *fluide électrique*, un nouveau pas se présente ; celui de découvrir dans d'autres *phénomènes*, des *vides* quant aux *causes*, qui, toujours par *analogie* rigoureuse à certains égards, et par des *différences* bien caractérisées, pourront conduire à l'existence d'autres *fluides* de même classe, dont les propriétés seront déterminées. C'est la perspective de ces *transitions* qui m'a déterminé depuis longtemps à apporter une grande attention, par l'observation et l'expérience, sur les trois *fluides expansibles* qui sont l'objet de ces remarques générales.

131. Comme on est assez habitué à considérer dans les modifications de l'*air*, les trois espèces de *quantités* que je viens de distinguer dans les *fluides expansibles*, je leur appliquerai d'abord plus en détail les *expressions* dont j'ai déterminé le sens, pour montrer d'autant mieux qu'elles désignent des circonstances absolument distinctes ; après quoi je passerai, avec les mêmes *expressions*, à des modifications exactement analogues du *fluide électrique*.

*Description d'un appareil propre aux expériences sur les modifications de l'*AIR *par la* CHALEUR.

132. La planche I, à laquelle je rapporterai la description de l'appareil relatif à l'*air*, renferme une *figure* composée de traits *continus*, et de traits *ponctués*. Il ne sera question maintenant que des *traits continus*, les autres étant destinés à la description d'un appareil analogue par lequel je passerai, de la *statique* de l'*air* à celle du *fluide électrique*. Le dernier de ces appareils est celui que j'ai employé réellement à mes expériences fondamentales sur les *influences électriques*; mais quant à l'autre, qui serait très-difficile à exécuter, je le supposerai seulement, parce que d'ailleurs les physiciens acquiesceront sans doute à tout ce que j'indiquerai des modifications de l'*air* qui y seraient observées, s'il était réellement exécuté.

133. Les cercles, A, B, C, désignent trois *vases* sphériques, extrêmement légers, dont chacun est supposé suspendu par le point *f* à l'un des bras d'un *fléau*, et mis d'abord en équilibre avec l'autre bras, par un poids mobile sur celui-ci, quand l'*air* intérieur est dans le même état que l'air extérieur. Un long *index* fixé

fixé sous les fléaux, au centre de mouvement, se trouvera alors vertical, et correspondant au point *zéro* d'une échelle. La résistance de cet *index* à être tiré de la perpendiculaire, compensera les changements qui arriveront dans le *poids*, et ainsi dans la *densité* de l'*air* des *vases*. Quand l'*index* s'élevera du côté du *vase*, il indiquera des degrés de *moins*, et au côté opposé, il indiquera des degrés de *plus*. Ce seraient des *fléaux* semblables que j'ai employés aux nouvelles expériences hygroscopiques et hydrométriques, décrites dans mon *Introduction à la Physique terrestre*, et que je décris dans cet ouvrage.

Les trois *vases* communiquent entre eux par des *canaux*, *e*, *e*, supposés assez souples pour ne pas empêcher le mouvement des *vases*, quand la *densité* de l'*air* y change. Les vases A et B portent des robinets *a b* et *b c*, pour ouvrir ou fermer ces communications entre les *vases*. Les traits *e*, *e*, qui désignent les *canaux* de communication, sont interrompus dans la figure, parce que la longueur de ces *canaux*, ou plus directement la *distance* entre les *vases*, doit être déterminée d'après les conditions que j'indiquerai.

Pour la briéveté de l'expression, je nom-

merai *système des vases*, l'ensemble de ceux-là quand les communications entre eux seront ouvertes. Chaque vase a aussi un robinet par dessous, pour produire, quand il est nécesaire, la communication de l'*air intérieur* avec l'*air extérieur*.

D est la section du plan d'un *disque*, dont le diamètre doit être proportionné à la grandeur des *vases*; il est porté par un support *d* de manière que son centre corresponde à la ligne qui passe par les centres des *vases*, et son plan doit être perpendiculaire à la direction de cette ligne. Dans la première *suite* d'expériences, ce *disque* doit être de métal, amené au degré de *chaleur* convenable; dans la seconde, il sera supposé de *glace*; et dans l'une et l'autre expérience, sa plus grande *influence* s'exercera sur le vase A.

I. SUITE D'EXPÉRIENCES

Sur trois vases remplis d'air, communiquant entre eux, et dans l'un desquels on fait augmenter la chaleur.

I. *Etat.*

134. Je suppose que les *robinets*, tant de chaque *vase* que des canaux par lesquels ils communiquent entre eux, soient d'abord ouverts, et qu'ainsi tout soit commun entre l'*air* contenu dans les *vases* et l'*air du lieu*; c'est-à-dire, qu'il y ait même *pression* de l'atmosphère et même *température*; ce qui, suivant les définitions précédentes, constitue pour l'*air* des *vases*, l'état *nul*. Qu'on ferme alors les robinets *a*, *b*, *c*, laissant ouverts ceux de communication *ab* et *bc*. Le système des *vases* restera *nul*, et les *index* des *fléaux* continueront d'être à *zéro*, ce point ayant été déterminé pour le cas où il n'y a aucune différence de *densité* entre l'*air des vases* et l'*air du lieu*.

Si l'on applique une pompe *refoulante* à l'un des *robinets*, pour faire entrer plus d'*air* dans le *système des vases*, son *air* y éprouvera le

changement que j'ai nommé *excès*, comparativement à l'*air du lieu ;* changement qui en renferme deux distincts, l'un qui rend le système *positif*, par l'*augmentation* de la *force expansive* de son *air*, et l'autre qui le rend *plus*, par celle de la *densité ;* mais il n'y en aura encore de connu que ce dernier, et ce sera par le mouvement de l'*index* des fléaux, qui indiquera une *augmentation* de *poids.*

Si l'on applique à l'un des robinets une pompe *aspirante*, pour soutirer une partie de l'*air* du *système*, il sera alors dans l'état que j'ai nommé *défaut*, renfermant l'état *négatif*, parce que la *force expansive* de l'*air* y a *diminué*, et l'état *moins*, par la *diminution* de la *densité ;* mais ce dernier seulement sera connu, et ce sera par le mouvement de l'*index* du *fléau*, qui indiquera une *diminution* de *poids.*

II. *Etat.*

135. Ayant remis le *système des vases* dans l'état *nul*, par l'ouverture d'un *robinet*, qui sera refermé ensuite, et les robinets de communication entre les vases, savoir *a b* et *b c* restant ouverts, qu'on prenne le *disque* amené à un degré convenable de *chaleur*, et qu'on l'approche à une certaine distance du vase A.

(Je ne considérerai pas l'effet de la *chaleur* de ce *disque* sur l'*air* voisin, parce qu'ici elle ne change rien aux phénomènes, la comparaison se faisant avec l'*air* sur lequel cette influence ne s'exerce pas, que je nommerai *air du lieu*).

Le vase A recevant une nouvelle quantité de *feu libre* par le *disque*, son *air* éprouvera une *augmentation* de *force expansive*, et tout le *système* y participera, puisque l'*équilibre* qui s'établira ainsi concerne uniquement la *force expansive*. Tout le *système* sera donc *positif*; mais la *densité* de l'*air* n'y sera plus égale partout, et voici l'état de chaque *vase* à cet égard. D'abord, une partie de l'*air* du *vase* A en sera sortie pour passer au reste du système, parce que c'est ce *vase* qui reçoit le plus immédiatement une augmentation de *feu libre*. Ainsi, quoique ce *vase* soit rendu *positif* par l'*augmentation* de *force expansive* de l'*air* dans tout le *système*, il est réduit à l'état *moins*, par la *diminution* de la *densité* de son *air* propre, et l'*index* de son fléau indiquera une *diminution* de *poids*.

Je suppose que la distance du *disque* D au *vase* B soit telle, que celui-ci ne reçoive de ce corps que la quantité de *feu libre* suffisante pour que, par l'augmentation de *force expan-*

sible de son *air*, il ne puisse retenir aucune partie de celui qui quitte le *vase* A; qu'ainsi cet *air* passe tout vers C. Ce vase B, quoique *positif* par l'*augmentation* de *force expansive* de son *air*, demeurera néanmoins à *zéro*; l'index de son *fléau* ne quittera pas ce *point*, parce que la *densité*, et ainsi le *poids*, demeurent les mêmes.

Je suppose enfin que la distance du *vase* C soit telle, qu'il ne participe point au *feu libre* que le *disque* D répand autour de lui; mais son *air* est comprimé par celui qui est venu jusqu'à lui du *vase* A. Ainsi il est *positif* au même degré que les autres *vases*, par l'*augmentation* de *force expansive* de l'*air* dans tout le système, et il est en *plus*, par l'*augmentation* de la *densité* de son *air*; ce qui constitue l'état d'*excès*; mais son *index* n'indiquera que le dernier des changements, qui produit l'*augmentation* du *poids*.

Voici l'expression abrégée du nouvel état des trois *vases*, d'après la fixation des termes :

A est *positif* et *moins*;
B... *positif* et *zéro*;
C... *positif* et plus, ce qui est équivalent à *excès*.

Ces expressions étant définies, elles pré-

senteront clairement, j'espère, l'état de l'*air* dans les trois *vases*. Je crois qu'on accordera la réalité des changements décrits, et qu'on reconnaîtra que, sans les expressions que je leur ai consacrées, leur définition demanderait bien plus de mots, et ne se présenterait point si nettement à l'esprit. Or, j'avais besoin de leur définition claire et précise, pour servir de transition aux phénomènes analogues du *fluide électrique*.

III. *Etat.*

136. J'ouvre alors l'un des *robinets*, n'importe lequel; celui du *vase* A qui est *moins*, comme celui du *vase* C qui est *plus*, ou l'un de ceux des *communications*. Le *système* entier étant *positif*, c'est-à-dire, la *force expansive* de l'*air* y étant plus grande que celle de l'*air du lieu*, il en *sort* une partie pour rétablir l'*équilibre*. Je ferme alors le *robinet*. Cette sortie d'une certaine quantité d'*air* ne mettra pas tout le *système* dans l'état de *défaut*; le seul changement général qu'il aura éprouvé, sera d'être réduit à l'état *égal* quant à la *force expansive* de son *air*, qui sera *égale* à celle de l'*air du lieu*; mais voici l'état distinct des trois *vases*.

A, qui était déja *moins* par la perte d'une partie de son *air* passé à C, en a perdu une nouvelle quantité par celui qui est sorti du *système;* ce qui ayant augmenté son état *moins;* son *fléau* indiquera une plus grande *diminution* de *poids;* mais il est *égal* quant à la *force expansive* de son *air* comparée à celle de l'*air du lieu.*

B, qui était à *zéro* quant à la *densité,* est passé à l'état *moins;* parce qu'il a perdu une certaine quantité de son *air;* ce qu'indique son *fléau,* par une *diminution* de *poids;* et en même temps, il est devenu *égal,* quant à la *force expansive.*

C a perdu de son *air* comme les autres *vases;* ce qui, affectant entre autres la *densité,* influe sur l'*index* de son *fléau.* Or, comme il n'était dans l'état *plus* à cet égard, que par l'*air* qui lui était venu d'A (puisqu'il n'éprouve aucune *influence* du *disque* D) ayant perdu tout cet *air* excédant, il devient *zéro* quant à la *densité,* de sorte que l'*index* de son fléau retourne à *zéro* quant au *poids;* et comme il est en même temps *égal,* quant à la *force expansive,* il est réduit à l'état *nul.*

Voici donc le résumé du nouvel état des trois *vases :*

A est *égal*, et plus fortement *moins* qu'auparavant.

B... *égal* et *moins.*

C... *égal* et *zéro*, ce qui revient à *nul.*

137. On fait cesser l'*influence* du *disque* D en le retirant; mais on peut le faire en deux circonstances différentes; l'une en laissant ouvertes les *communications* entre les *vases;* l'autre, en fermant les robinets *a b* et *b c* avant de retirer le *disque;* je vais d'abord décrire les effets qui résultent de la première de ces circonstances.

IV. *Etat.*

138. En retirant le *disque* D, je laisse les *communications* ouvertes entre les *vases.* Alors, quand les vases A et B ont perdu dans l'air extérieur la quantité de *feu libre* qu'ils recevaient du *disque*, la *force expansive* de l'*air* se trouve *diminuée* dans tout le *système*, et par-là il devient *négatif.* Ce changement serait indifférent quant à l'*index* des fléaux; mais ils changent par ceux qui se font en même temps dans la *densité* de l'*air* des *vases;* l'*air* d'A et de B ne résistant plus à celui de C, la *den-*

sité devient dans tous également *moindre* que celle de l'*air du lieu*, et les trois *index* indiquent une égale *diminution* de *poids*.

Voici donc l'état semblable des trois vases, et ainsi du *système :*

A est *négatif* et *moins.*
B... *négatif* et *moins.*
C... *négatif* et *moins.*
} *Système* en état de *défaut.*

V. *Etat.*

139. Ramenant le *système* au III.me *Etat*, je suppose qu'on ferme les robinets *a b* et *b c*, avant de retirer le *disque* D, afin que les déplacements qui se sont faits de l'*air* entre les vases A et B et le vase C, ne puissent se réparer quand les premiers auront perdu dans l'*air* extérieur le *feu libre* qu'ils reçoivent de ce *disque*.

Voici l'état où seront alors les trois *vases*.

L'*air* de chaque *vase* conservera la même *densité* qu'il avait auparavant ; ainsi il ne se fera aucun changement aux *index* des fléaux, comparativement au III.me *Etat*. Mais A et B, en demeurant dans le même état *moins*, quant à la *densité*, seront plus *négatifs*, leur *air* ayant fait une nouvelle perte de *force expan-*

sive; et comme la retraite du *disque* ne change rien à l'état C, il demeure *égal* quant à la *force expansive;* et *zéro* quant à la différence de *densité,* comparativement à l'*air du lieu.* Nous avons ainsi :

A, *négatif* et *moins,* soit en *défaut.*
B, *négatif* et *moins,* soit aussi en *défaut,* mais moins qu'A.
C, *égal* et *zéro,* équivaut à *nul.*

140. On comprendrait aisément, sans répétition des cas, que tous ces *états* doivent devenir inverses, lorsqu'on substitue au *disque* plus *chaud* que l'*air du lieu,* un disque plus *froid,* par exemple un *disque* de *glace,* dans un lieu assez chaud pour que la différence de *température* fût inversement aussi grande entre le *disque* et l'*air du lieu,* que dans les expériences précédentes. Cependant comme il s'agit d'établir avec précision les causes des *changements* d'*état,* en les liant à des *expressions* abrégées dans des cas où ces *changements* sont immédiatement connus, pour les transporter ensuite aux phénomènes analogues du *fluide électrique,* je les exprimerai encore dans leurs détails, avec les mêmes *numéros.*

II. SUITE D'EXPÉRIENCES

Faites sur les trois vases remplis d'air, dans l'un desquels on fait diminuer la chaleur.

I. *Etat.*

141. Tout est semblable ici au I.er *état* de la SUITE précédente, parce qu'il ne s'y exerce encore aucune *influence*.

II. *Etat.*

142. Ayant remis le *système des vases* dans l'état *nul*, mais clos et laissant ouvertes seulement les communications *a b* et *b c*, qu'on approche le *disque* de *glace* à une distance convenable du *vase* A.

Ce *vase* perdant une certaine quantité de son *feu libre* par le voisinage du *disque*, son *air* éprouvera une *diminution* de *force expansive*, à laquelle tout le *système* participera, et il deviendra ainsi tout *négatif*; mais la *densité* de l'*air* n'y sera plus égale partout, et voici l'état de chaque *vase* à cet égard.

A perdant immédiatement de la *force expansive*, son *air* ne résistera plus autant à celui du reste du *système*, de sorte qu'il lui en viendra

une nouvelle quantité. Alors donc, sans cesser d'être *négatif* par la *diminution* de la *force expansive* de l'*air* dans tout le *système*, il est *plus*, par l'*augmentation* de la *densité* de son *air*, et l'*index* de son fléau indique une *augmentation* de *poids*.

Je suppose que la distance du *disque* de *glace* au *vase* B soit telle, qu'il ne perde avec lui de son *feu libre* que la quantité nécessaire pour diminuer la *force expansive* de son *air*, au point qu'il ne participe pas au remplacement de l'*air* condensé dans le vase A, et que tout ce remplacement se fasse par l'*air* du vase C, qui le traverse, ou qui remplace celui qu'il fournit d'abord. Ce vase B devient donc seulement *négatif*, ainsi que tout le *système*, mais il demeure à l'*état zéro*; l'*index* de son fléau ne quitte pas ce point; parce que la *densité*, et ainsi le *poids*, demeurent les mêmes.

Je suppose enfin que la distance du vase C soit telle, qu'il ne perde point de son *feu libre* par le disque de *glace* : mais il a perdu la quantité d'*air* qui a suppléé la condensation de l'*air* dans le vase A. Ainsi, *négatif* au même degré que les autres vases, par la *diminution* de la *force expansive* de l'*air* dans tout le *système*, ce vase C est aussi en *moins* par la *diminution* de la *densité* de son *air*, ce qui constitue l'état

de *défaut ;* mais son *index* n'indique que le dernier de ces changements, par la *diminution* du *poids.*

Voici donc l'expression abrégée de l'état des trois *vases :*

A est *négatif* et *plus ;*
B... *négatif* et *zéro ;*
C... *négatif* et *moins ;* ce qui revient à *défaut.*

III. *Etat.*

143. J'ouvre alors l'un des *robinets* des vases n'importe lequel ; le *système* entier étant *négatif ;* c'est-à-dire, la *force expansive* de son *air* étant moindre que celle de l'*air du lieu ,* il en *entre* ce qui est nécessaire pour rétablir l'*équilibre.* Je ferme alors le *robinet.* Ce nouvel *air* ne mettra pas tout le *système* dans l'état d'*excès ;* le seul changement général qui y sera arrivé, sera d'y établir l'état *égal ,* quant à la *force expansive* de son *air,* qui sera de nouveau *égale* à celle de l'*air du lieu ;* mais voici l'état de chacun des trois *vases.*

A qui déja était *plus* par l'*air* qui lui est venu de C, en a acquis une nouvelle quantité par celui qui est venu de l'extérieur ; ce qui a augmenté son état *plus ,* et fait indiquer par son

fléau une plus grande *augmentation* de *poids*; mais il est *égal* quant à la *force expansive* comparativement à celle de l'*air du lieu*.

B qui était à *zéro* quant à la *densité*, est devenu *plus*, parce qu'il a reçu une partie de l'*air* venu de l'extérieur; ce qu'indique son *fléau* par une *augmentation* de *poids*; et en même temps il est devenu *égal*, quant à la *force expansive*.

C a acquis de l'*air* comme les autres *vases*; ce qui, affectant entre autres la *densité*, influe sur l'*index* de son fléau; mais comme il n'était dans l'état *moins* à cet égard que par l'*air* qui l'avait quitté pour passer à A, puisqu'il n'éprouve point d'*influence* du *disque* de *glace*; ayant recouvré cet *air* par celui qui est venu du dehors, il devient *zéro* quant à la *densité*, et son *index* retourne à *zéro*; et comme il est en même temps *égal*, ainsi que tout le *système*, quant à la *force expansive*, il est réduit à l'état *nul*. Voici le résumé de ces états :

A est *égal*, et plus fortement *plus* qu'auparavant.
B... *égal* et *moins*.
C... *égal* et *zéro*; c'est-à-dire, *nul*.

144. On peut, dans ces expériences, comme dans les précédentes, ou laisser les *communi-*

cations ouvertes entre les *vases* ou les fermer, pour éprouver la différence des effets qui en résultent par la retraite du *disque* de *glace ;* je vais d'abord supposer le premier cas.

IV. *Etat.*

145. En retirant le *disque* de *glace*, je laisse les communications ouvertes entre les vases. Alors, quand les vases A et B ont recouvré par l'air extérieur la quantité de *feu libre* qu'ils perdaient avec ce *disque*, la *force expansive* de l'*air* se trouve *augmentée* dans tout le *système*, à cause de l'*air* qui y était entré, et par-là il est *positif*. Mais l'*air* des vases A et B ayant recouvré toute sa *force expansive*, l'*air* qu'avait reçu le *vase* A du C, retourne à celui-ci ; la *densité* de l'*air* est alors également plus grande dans les trois *vases* que celle de l'*air du lieu*, et les trois *index* indiquent une égale *augmentation* de *poids*.

Voici l'état semblable des trois *vases*, et ainsi du *système*.

A est *positif* et *plus.*
B... *positif* et *plus.*
C... *positif* et *plus.*
} *Système* en état d'*excès*.

V.

V. *Etat.*

146. Ramenant le système au III.me *Etat*, je suppose qu'on ferme les robinets *ab* et *bc* avant de retirer le *disque* de *glace* : voici l'état où seront les trois *vases* par sa retraite, après que les vases A et B auront recouvré dans l'air extérieur le *feu libre* qu'ils perdaient avec lui.

L'air de chaque vase conservera la même *densité* que dans le III.me *Etat*; ainsi il ne se fera aucun changement aux *index* des *fléaux*. Mais A et B, en demeurant dans le même état *plus*, seront plus *positifs*, ayant réparé leur perte de *force expansive*; et comme la retraite du disque de *glace* ne change rien à l'état de C, il demeurera *égal* quant à la *force expansive*, et *zéro* quant à la différence de *densité* comparativement à l'*air du lieu*. Nous aurons ainsi :

A *positif* et *plus*, soit en *excès*.
B *positif* et *plus*, soit aussi en *excès*, mais moins qu'A.
C *égal* et *zéro*; c'est-à-dire, *nul*.

147. Les deux *suites* précédentes de phénomènes inversement correspondants, ont fourni

toutes les combinaisons des *expressions* définies de *positif* et *négatif*, *plus* et *moins*, *excès* et *défaut*; ainsi que les différents *points fixes* auxquels se rapportent chacune des *différences* opposées suivant leurs espèces; et comme ces *expressions* se trouvent ainsi liées à des *sens physiques*, dans des cas très-distincts, je crois qu'à l'égard même de l'*air*, quoique les modifications qu'elles expriment soient directement connues, il en résulterait quelque avantage pour la clarté et la briéveté de leurs désignations. Mais à l'égard du *fluide électrique*, aux modifications duquel nous ne pouvons arriver que par des déductions logiques des phénomènes, ce *fluide* étant lui-même *impondérable* et *impalpable*, la fixation d'un sens précis à ces expressions est d'autant plus nécessaire, qu'elles sont usitées, mais employées indifféremment dans des cas qui ne se ressemblent point.

148. C'est la diversité des *choses* représentées par les mêmes *mots*; ainsi que la diversité des *mots* pour indiquer les mêmes *choses*, qui avaient répandu tant d'obscurité sur les *phénomènes électriques*, et je ne connais aucun autre moyen de la dissiper, qu'en faisant cesser ces *équivoques*. Ainsi, après avoir fixé le sens que j'attache à ces différentes expressions *comparatives*, en les appliquant aux modifications

produites sur l'*air* par la *chaleur*, j'en ferai le même usage dans les modifications *analogues* produites sur le *fluide électrique* par son *fluide déférent*. Mais auparavant j'indiquerai une *différence* qui se trouve entre les deux genres de phénomènes ainsi comparés, de peur, ou qu'on n'étende trop loin l'*analogie* (comme il arrive très-souvent dans les conclusions par *analogie*, ce qui a produit bien des systèmes erronnés) ou qu'en remarquant cette *différence*, on ne se défie des conclusions qui résultent des *analogies* réelles.

149. A l'égard de l'*air*, l'effet de l'addition d'une nouvelle quantité de *feu libre* pour augmenter sa *force expansive*, n'est que le mélange mécanique d'une nouvelle quantité d'un *fluide expansible* subtil, qui le force à occuper plus d'espace, de la même manière qu'un mélange d'*air inflammable* avec l'air commun, l'oblige autant à occuper un plus grand espace, ou à y tendre, qu'une *masse* dix fois plus grande d'*air commun*. Car d'ailleurs, quoique ce soit aussi le feu qui produise l'*expansibilité* constitutive de tout *air*, c'est l'effet d'une union par *affinité élective* avec ses autres ingrédients; union à laquelle le plus grand *réfroidissement* ne change rien. Cependant il faut remarquer, que ce que nous considérons comme la *densité*

dans l'*air*, c'est-à-dire sa *masse* pondérable, sous un même volume, n'est pas moins affectée par l'addition libre de la même substance qui y produit déja l'*expansibilité*, savoir le *feu*; et c'est ce qui produit l'*analogie* avec les cas semblables dans le *fluide électrique*; mais avec une *différence* qui a lieu aussi à l'égard de la *vapeur aqueuse*, quoique de sa classe, comme je l'ai déja fait remarquer dans la 1.re des *différences* définies au §. 119. Ce *fluide déférent électrique* qui, dans la comparaison avec les modifications de l'*air*, est *analogue* au *feu libre* dans celles-ci produit en même temps l'*expansibilité* totale du *fluide électrique*, étant toujours, du plus bas au plus haut degré de sa *force expansive*, en union actuelle avec la *matière électrique*.

150. Telle est la *différence* que je devais indiquer, pour déterminer toujours mieux la nature du *fluide électrique*. Cependant, comme dans la comparaison de ses modifications avec celles de l'*air* par la *chaleur*, il ne s'agit que d'*augmentations* ou *diminutions* dans le degré de *force expansive*, par l'addition ou soustraction d'un *fluide subtil*, qui, pour l'*air*, est le *feu*, son propre *fluide déférent* dans le sens que j'ai expliqué, et pour le *fluide électrique* le *fluide déférent* qui lui appartient, l'*analogie*

n'est pas moins exacte tant qu'elle demeure dans ces limites. C'est ce qu'on pourra voir, en comparant par les mêmes *numéros*, aux deux suites de modifications de l'air, les modifications analogues que je décrirai dans le *fluide électrique*, par l'exactitude avec laquelle s'appliqueront aux dernières, les mêmes *expressions* que j'ai déterminées à l'égard des premières, en même temps qu'elles y produiront une clarté qui n'y avait pas régné jusqu'ici, même dans mes propres descriptions des mêmes expériences.

151. C'est pour rendre sensible cette analogie, que j'ai réuni comme dans une même *figure*, Pl. 1, les appareils destinés aux deux classes d'expériences. J'ai dit au §. 132, qu'à l'égard des *vases* contenant de l'*air*, il ne fallait donner attention qu'aux traits *continus* de cette *figure*; maintenant au contraire, il ne s'agira que des traits *ponctués*, qui représentent l'appareil même, avec lequel j'ai fait nombre de fois les expériences que je vais *décrire*; *mais* les rapports des ces traits *ponctués* avec les traits *continus* de l'appareil des *vases* dans une même *figure*, montreront au premier coup-d'œil ceux qui règnent entre les deux classes de phénomènes. Les *vases* A, B, C, se changent maintenant en *paires* de *balles*; elles sont de laiton,

d'environ 2 pouces de diamètre, mais extrêmement légères. Les cercles *ponctués*, concentriques aux cercles *continus* qui auparavant désignaient des *vases*, représenteront maintenant chacun une des *balles*, derrière laquelle il faut en concevoir une autre formant la *paire*. Le canal *e*, *e* qui servait de communication entre les *vases*, se change en un *conducteur* tracé au haut de la figure, fait d'une baguette métallique, terminée à ses extrémités par de petites boules, *e d e*. Cette baguette, qui est portée par une tige isolante *d*, établit la communication entre les trois *paires de balles*; et, comme on peut l'enlever sans rien changer à l'état des *balles*, elle remplit aussi par-là les fonctions des robinets *a b* et *b c* dans les expériences précédentes. Les *balles*, fixées, à des tuyaux de paille de seigle *g*, *g*, *g*, sont séparément suspendues à une pièce de laiton dont on voit la section en *f* pour chaque paire; la distance des points de suspension des *balles* est égale à leur diamètre, et elles se meuvent librement sur des axes assez longs pour ne le leur pas permettre dans un autre plan, que celui de leur *divergence*, qui est parallèle à celui du *disque*, et coupe ainsi à angle droit la direction du *conducteur*, avec lequel communiquent leurs *pièces de suspension*. Par cette même

pièce, chaque *paire* est fixée à un support isolant séparé, de sorte qu'on peut retirer celle qu'on veut de sa connexion avec le reste de l'appareil, pour examiner l'état particulier dans lequel elle a été réduite par quelque opération.

152. Maintenant il faut supprimer par la pensée les traits *continus* de la *figure*; il ne s'agira plus que des modifications *électriques* de trois *paires de balles* A, B, C, produites aussi par un *disque* D, qui, dans mes expériences avec ces *balles*, était de laiton, de 8 pouces de diamètre, et porté par un pied isolant *d*. La ligne *ponctuée* tracée dans l'épaisseur du *disque* D de la *figure*, représente la section de celui-là, qui a peu d'épaisseur, excepté à son bord, où il est arrondi en bourlet. La distance du disque à la paire de *balles* A peut-être changée dans les expériences de même que la distance de la paire B à celle-là; c'est pourquoi j'ai interrompu les traits du *conducteur* entre ces deux *paires*. Je les ai aussi interrompus entre les paires B et C, parce que la longueur proportionnelle aurait trop élargi la *figure*; le *conducteur* devant avoir une longueur au moins de 15 pouces, pour que les balles C n'éprouvent point d'*influence* sensible du *disque*.

153. J'emploie à ces expériences une *bou-*

teille de Leyde, parce qu'il faut être éloigné de la *machine électrique*; et il faut aussi éloigner la *bouteille* elle-même quand elle a fait son office. Si elle a été chargée en appliquant son *bouton* au *premier conducteur* de la machine, ce *bouton* servira à *donner* du *fluide électrique*, ou au *disque*, ou à l'appareil que je nommerai *système des balles*. On y produira ainsi le changement que j'ai nommé *excès*, comparativement à l'*état électrique* de l'*air* ou du *sol*; changement qui renferme ceux en *positif*, quant à la *force expansive*, et en *plus*, quant à la *densité*. Pour produire l'effet inverse, on peut, ou employer l'*armure extérieure* de la *bouteille* ainsi chargée, en la posant d'abord sur un corps isolant, pour pouvoir la prendre par son bouton sans la décharger; ou la charger au *frottoir* de la machine, et l'employer alors par son *bouton*. Le changement produit par-là dans les corps, est celui que j'ai nommé *défaut*, qui renferme les deux changements, en *négatif*, quant à la *force expansive*, et en *moins*, quant à la *densité*.

154. Telle est l'application aux modifications du *fluide électrique*, des mêmes *expressions* comparatives que j'ai employées en décrivant des modifications connues de l'*air*. Je dois faire observer maintenant, pour que les physiciens

y fixent leur attention, que les expériences suivantes sont destinées à démontrer la *composition* du *fluide électrique* telle que je l'ai définie; parce qu'on y verra sans exception, que la *divergence* des *balles*, qui est ici *analogue* aux *mouvements* des *fléaux* dans les expériences sur l'*air*, ne se rapporte qu'à la *densité*, c'est-à-dire, à la quantité proportionnelle de *matière électrique*, et nullement au degré de *force expansive* dans lequel influe la quantité du *fluide déférent*. Nous n'aurons pas dans ces expériences de signes immédiats du *plus* ou *moins* de *densité*, comme dans celles de l'*air* où les *index* des fléaux se mouvaient d'un côté ou de l'autre du point *zéro*; parce que les *divergences* sont égales, par des degrès égaux de *plus* ou de *moins*; mais comme on peut séparer du *conducteur* chaque *paire de balles*, pour examiner la *cause* de sa *divergence*, cela revient au même.

I. SUITE D'EXPÉRIENCES,

Sur trois paires de balles communiquant entre elles, et sur l'une desquelles on fait augmenter la quantité du FLUIDE DÉFÉRANT.

I. *Etat.*

155. Je suppose les trois *paires de balles* en contact avec le *conducteur*, et que tout le *système* soit d'abord dans l'*état électrique* de l'*air* et du *sol*; c'est-à-dire, même *force expansive* et même *densité* du *fluide électrique*; ce sera donc l'état *nul*, et à cause de l'égalité de la *densité* du *fluide électrique* entre les *balles* et l'*air*, les *balles* ne divergeront point.

Si l'on touche le *système des balles* avec le *bouton* de la *bouteille* chargée au *premier conducteur* de la machine, pour lui donner plus de *fluide électrique*, il éprouvera le changement que j'ai nommé *excès*, comparativement à l'*air* et au *sol*; état renfermant les deux changements distincts, l'un qui rend le système *positif*, par l'*augmentation* de *force expansive* du *fluide électrique*, et l'autre qui le rend *plus*, par l'*augmentation* de sa *densité*; mais cette dernière seule, se manifestera immédiatement,

et ce sera par la *divergence* des *balles*, qu'on trouvera en *plus* par l'épreuve ordinaire.

Si l'on applique à quelque partie du *système*, ou l'*armure extérieure* de la même *bouteille*, ou son *bouton* si elle est chargée au *frottoir* de la machine, pour lui *enlever* une partie du *fluide électrique* qu'il possédoit, il sera alors dans l'état que j'ai nommé *défaut*, renfermant l'état *négatif*, parce que la *force expansive* du *fluide électrique* y aura diminué, et l'état *moins*, par la *diminution* de sa *densité*; mais ce dernier changement paraîtra seul, et ce sera par la *divergence* des balles, qu'on trouvera en *moins*, par l'épreuve ordinaire. J'indiquerai dans la suite l'effet des moyens d'épreuve.

III. *Etat.*

156. Ayant remis le *système des balles* dans l'état *nul*, en le *touchant*, pour le mettre en communication avec le *sol*, je place le *disque* D à une certaine distance de la *paire* A, et je lui *donne* du *fluide électrique* pour le mettre en *excès* (ces expériences exigent absolument le temps le plus *sec*, ce dont je parlerai plus en détail à l'occasion d'autres expériences, et beaucoup de célérité, sans quoi l'*air* modifie l'appareil).

La *paire* A recevant une nouvelle quantité

de *fluide déférent* par le *disque*, son *fluide électrique* éprouve une *augmentation* de *force expansive*, à laquelle aussi tout le *système* participe, puisque l'équilibre qui s'y établit concerne uniquement la *force expansive*. Ainsi tout le *système* sera *positif*; mais la *densité* n'y sera pas égale partout, et voici l'état de chaque *paire* à cet égard. D'abord, une partie du *fluide électrique* de la *paire* A en sera sorti, pour passer au reste du système; car c'est cette *paire* qui reçoit le plus immédiatement une augmentation de *fluide déférent*: ainsi, quoiqu'elle soit rendue *positive* par l'*augmentation* de *force expansive* du *fluide électrique* sur tout le *système*, elle est *moins* par la *diminution* de la *densité* de son *fluide électrique*, et elle l'indique par sa *divergence*.

Je suppose que la distance du *disque* D à la *paire* B soit telle, qu'elle ne reçoive du *disque* que la quantité de *fluide déférent* suffisante pour que, par l'augmentation de *force expansive* de son *fluide électrique*, il résiste à y admettre une partie de celui qui quitte la paire A, de sorte qu'il passe tout vers C. Cette paire B, quoique *positive* par l'*augmentation* de *force expansive* de son *fluide électrique*, demeure donc néanmoins à *zéro*, quant à la *densité*, et elle ne *diverge* point.

Je suppose enfin que la distance de la *paire* C soit telle, qu'elle ne participe point au *fluide déférent* répandu autour du *disque* D ; mais son *fluide électrique* est comprimé par celui qui est venu jusqu'à elle de la *paire* A ; ainsi elle est *positive* au même degré que les autres *paires*, par l'*augmentation* de *force expansive* du *fluide électrique* qui règne sur tout le *système*, et qui chez elle procède de l'augmentation de sa quantité; et elle est en *plus* par l'*augmentation* de la *densité* de son *fluide électrique*, ce qui constitue l'état d'*excès;* mais elle ne *divergera* que par ce dernier changement, et ainsi elle *divergera* comme *plus*.

Voici l'expression abrégée du nouvel état des trois *paires* de *balles*.

A est *positive* et *moins*.
B... *positive* et *zéro*.
C... *positive* et *plus;* ce qui équivaut à *excès*.

Cette entière conformité des modifications du *fluide électrique*, avec les modifications correspondantes de l'*air*, se soutiendra dans tout le parallèle.

III. *Etat.*

157. Je *touche* alors le *système des balles*, dans quelque partie que ce soit, pour le mettre en communication avec le *sol*; il est indifférent que ce soit aux *balles* A qui sont en *moins*, ou aux *balles* C qui sont en *plus* : le *système* entier étant *positif*; c'est-à-dire, la *force expansive* du *fluide électrique* y étant plus grande que celle du *fluide électrique* du *sol*, il en passe une partie à celui-ci pour rétablir l'*équilibre*. Cette sortie d'une certaine quantité de *fluide électrique* ne mettra pas tout le *système* en *défaut*; le seul changement général qu'il aura éprouvé, sera d'être réduit à l'état *égal* quant à la *force expansive* de son *fluide électrique*, et l'on pourra le *toucher* partout, aux *balles* qui *divergent* comme au *conducteur*, sans faire cesser leur *divergence*; mais voici l'état distinct des trois *paires*.

A, qui déja était *moins* par la perte d'une partie de son *fluide* passé à la paire C, en a perdu une nouvelle quantité par celui qui est sorti du *système* pour passer au *sol*; ce qui a augmenté son état *moins*, et augmenté ainsi sa *divergence*; mais cette paire, comme tout le

système est à l'état *égal*, quant à la *force expansive* de son *fluide électrique* comparativement à celle du *fluide électrique* du *sol*, c'est pourquoi on ne change rien à sa *divergence* en la *touchant*; car son *fluide*, quoique *raréfié*, est en équilibre avec celui du *sol*.

La *paire* B qui était à *zéro*, quant à la *densité*, et ainsi ne *divergeait* point, est passée à l'état *moins*, et *diverge*; parce qu'elle a *perdu* une certaine quantité de sa *matière électrique*, ou de sa *densité*; mais elle est devenue *égale* quant à la force *expansive* de son *fluide électrique*.

C a perdu du *fluide électrique* comme les autres *paires*; ce qui affectant entre autres la *densité*, soit la quantité de *matière électrique*, influe sur sa *divergence*; et comme elle n'était dans l'état *plus* que par le *fluide électrique* qui lui était venu de la paire A, puisqu'elle n'éprouvait aucune *influence* du disque D, ayant perdu toute cette quantité avec le *sol*, elle devient *zéro* quant à la *densité*, et ne *diverge* plus; elle est en même temps réduite à l'état *égal* comme tout le *système*, quant à la *force expansive*; ainsi elle est dans l'état *nul*, malgré les états différens des autres *paires* avec lesquelles elle communique.

Voici l'expression abrégée de ces différents états :

A, état *égal* et plus fortement *moins* qu'auparavant.

B..... *égal* et *moins.*

C..... *égal* et *zéro*, c'est-à-dire, *nul.*

158. On fait cesser l'*influence* du *disque* D en le retirant, mais on peut le faire en deux circonstances différentes ; l'une en laissant les *paires de balles* en communication entre elles par le *conducteur*, l'autre en retirant le *conducteur* avant de retirer le *disque* ; je vais d'abord décrire les effets qui résultent de la première de ces circonstances.

IV. *Etat.*

159. En retirant le *disque* D, je laisse les trois paires en communication par le *conducteur.* Dans l'instant où le *disque* est retiré, les *paires* A et B perdent avec l'*air* l'excès de *fluide déférent* qu'elles recevaient par le voisinage du *disque*, et la *force expansive* du *fluide électrique* se trouve réduite sur tout le *système* au dessous de celle du *fluide* du *sol.* Ce changement seul n'opérerait rien sur les *divergences* ; mais elles changent par les changements qui arrivent

arrivent dans la distribution de la *matière électrique*, ou de la *densité*; parce que le *fluide électrique* des *paires* A et B ne résistant plus à celui de la *paire* C, la *densité* devient dans toutes également *moindre* que celle du *fluide électrique* de l'*air*, et les trois paires *divergent* également en *moins*; elles sont donc :

A. *négative* et *moins.*
B. *négative* et *moins.*
C. *négative* et *moins.*
} *Système* en état de *défaut.*

V. *Etat.*

160. Ramenant le *système des balles* au III.me *Etat*; avant de retirer le *disque* D, j'ôte le *conducteur* qui met les *paires de balles* en communication entre elles, afin que les déplacements de la *matière électrique* produits dans l'opération précédente entre les *paires* A et B et la *paire* C, ne puissent se réparer quand les premières perdront dans l'*air* le *fluide déférent* qu'elles *recevaient* du *disque* D, que je retire alors. Voici ce qui en résulte sur les trois *paires.*

Le *fluide électrique* de chaque *paire* conserve la même *densité* (je mets à part ce

qui se passe entre les *balles* et leurs pièces de suspension); ainsi il n'arrive aucun changement (bien sensible) dans leur *divergence* comparativement au III.me *Etat*. Mais A et B, en demeurant dans le même *état moins*, et *divergeant* de même, seront devenues *négatives*, leur *fluide électrique* ayant perdu de sa *force expansive* par la perte du *fluide déférent* que le *disque* leur communiquait; au lieu que la *paire* C, qui n'y participait pas, demeure dans le même état total, *égale* quant à la *force expansive*, et *zéro* quant à la *densité*. Voici leurs états :

A, *négative* et *moins*, c'est-à-dire, en *défaut*.

B, *négative* et *moins*, c'est-à-dire, aussi en *défaut*, mais à un moindre degré qu'A.

C, *égale* et *zéro*, c'est-à-dire, dans l'état *nul*.

II. SUITE D'EXPÉRIENCES

Sur trois paires de balles communiquant entre elles, et sur l'une desquelles on fait diminuer *la quantité du* FLUIDE DÉFÉRENT.

I. *Etat.*

161. Tout ici est semblable au I.er *Etat* de la SUITE précédente, parce qu'il ne s'y exerce encore aucune *influence.*

II. *Etat.*

162. Ayant mis le *système des balles* dans l'état *nul*, en le *touchant*, les trois *paires* communiquant entre elles par le *conducteur*, j'approche le *disque* D à la même distance de la paire A qu'auparavant; mais après lui avoir *ôté* du *fluide électrique*, pour le mettre dans l'état de *défaut.*

La paire A perdant une certaine quantité de son *fluide déférent* par le voisinage du *disque*, son *fluide électrique* éprouve une *diminution* de *force expansive* à laquelle participe tout le *système* qui devient ainsi *négatif*; mais la *densité* du *fluide électrique* n'y sera plus égale

partout, la *matière électrique* y sera inégalement distribuée; et voici l'état de chaque *paire* à cet égard.

Le *fluide électrique* de la *paire* A perdant de sa *force expansive*, ne résistera plus autant à celui du reste du *système*, de sorte qu'il lui en viendra une nouvelle quantité. Alors donc, sans cesser d'être *négative* par la *diminution* de la *force expansive* du *fluide électrique* sur tout le *système*, cette paire sera *plus*, par l'*augmentation* de sa *matière électrique* comparativement à celle du *fluide électrique* de l'*air*; et elle *divergera* en *plus*.

Je suppose que la distance du *disque* en *défaut* à la *paire* B soit telle, que cette paire ne perde avec lui de son *fluide déférent* que la quantité nécessaire pour diminuer la *force expansive* de son *fluide électrique*, au point qu'elle ne puisse participer au remplacement du *fluide électrique* condensé dans la *paire* A, et que tout ce remplacement se fasse par le *fluide électrique* de la paire C. Cette *paire* B devient donc simplement *négative* avec tout le *système*; mais elle demeure à l'état *zéro*, quant à la différence de quantité proportionnelle de sa *matière électrique* comparativement au *fluide électrique* de l'*air*, et elle ne *diverge* point.

Je suppose enfin que la distance de la *paire*

C soit telle, que cette *paire* ne perde point de son *fluide déférent* avec le disque en *défaut*; mais elle a perdu la quantité de *matière électrique* qui a suppléé la condensation du *fluide électrique* dans la *paire* A. Ainsi, *négative* au même degré que les autres *paires*, par la *diminution* de la *force expansive* du *fluide électrique* sur tout le *système*, cette *paire* C est aussi en *moins*, par sa perte de *matière électrique*, ce qui constitue l'état de *défaut*; mais elle ne *diverge* que par la dernière de ces différences.

Voici l'expression abrégée de l'état des trois *paires* :

A, *négative* et *plus*;
B, *négative* et *zéro*;
C, *négative* et *moins*; c'est-à-dire, en *défaut*.

III. *Etat.*

163. Je *touche* alors quelque partie que ce soit du *système*, pour le mettre en communication avec le *sol*. Le *système* entier étant *négatif*; c'est-à-dire, la *force expansive* de son *fluide électrique* étant moindre que celle du *fluide électrique* du *sol*, il *reçoit* de celui-ci la quantité nécessaire de ce fluide pour produire l'*équi-*

libre. Ce nouveau *fluide électrique* ne produira pas l'état d'*excès* sur tout le *système*, le seul changement général qui y sera arrivé, sera d'y produire l'état *égal* quant à la *force expansive* de son *fluide électrique* comparativement à celui du *sol*; mais voici l'état de chacune des *paires*.

La *paire* A, qui était déja *plus* par la *matière électrique* venue de C, en a acquis une nouvelle quantité par le *fluide électrique* qui est venu du *sol*, ce qui a augmenté son état *plus*, et elle *diverge* davantage, quoiqu'elle soit dans l'état *égal* quant à la *force expansive* de son *fluide électrique* comparativement à celui du *sol*; tellement qu'on peut la *toucher*, sans faire cesser sa *divergence*, parce qu'on ne peut lui enlever de la *matière électrique*, son *fluide* étant en équilibre de *force expansive* avec celui du *sol*.

La *paire* B qui était à *zéro* quant à la *densité*, et qui ainsi ne *divergeait* pas, est devenue *plus*, parce qu'elle a reçu une partie du *fluide électrique* venu du *sol*; elle *diverge* donc alors, quoiqu'elle soit dans l'état *égal* avec le *sol*, quant à la *force expansive* du *fluide électrique*.

La *paire* C a acquis sa portion de ce *fluide électrique* venu du *sol*: auparavant elle *diver-*

geait, comme ayant perdu la *matière électrique* qui était passée à la *paire* A; mais comme elle n'éprouve aucune *influence* du disque, ce nouveau *fluide* ne fait que compenser celui qu'elle avait perdu; elle devient donc *zéro* quant à la *densité*, et par-là elle ne *diverge* plus; et comme en même temps son *fluide électrique* est dans l'état d'*égalité* quant à la *force expansive* comparativement à celui du *sol*, elle est dans l'état *nul*.

L'état des trois *paires* est donc celui-ci :

A, état *égal*, et plus fortement *moins* qu'auparavant.
B..... *égal* et *moins*.
C..... *égal* et *zéro*, ce qui est l'état *nul*.

IV. *Etat.*

164, En retirant le *disque* qui enlevait du *fluide déférent* aux *paires* A et B, je laisse les trois *paires* en communication entre elles par le *conducteur*. A l'instant ces deux *paires* reprennent dans l'air le *fluide déférent* qu'elles perdaient dans l'*état* précédent; et la *force expansive* du *fluide électrique* y augmentant ainsi, tout le *fluide électrique* que la paire A avait reçu de la *paire* C, lui retourne. Alors

la *densité*, c'est-à-dire toujours la quantité proportionnelle de *matière électrique*, se trouve également *plus grande* dans le *fluide électrique* du *système* que dans celui de l'*air*, et les *balles divergent* également en *plus*, par le *fluide* qu'elles ont reçu dans l'*état* précédent; et en même temps tout le *système* est *positif* par la même cause; c'est-à-dire, que la *force expansive* du *fluide électrique* y est plus grande que dans le *sol*. On remarquera de nouveau ici, ce qui a lieu dans tous les cas, que dans le rapport du *système* au *sol*, l'équilibre ou rupture d'équilibre, ne peut et ne doit être considéré qu'à l'égard de la *force expansive*; et que dans son rapport avec l'*air*, qui produit les *divergence* ou *non divergence*, il ne s'agit que de la *densité*.

Voici l'état des trois *paires*.

A, *positive* et *plus*.
B, *positive* et *plus*.
C, *positive* et *plus*.
} *Système* en état d'*excès*.

V. *Etat*.

165. Ramenant le *système* au III.me *Etat*, avant de retirer le disque D, j'ôte le *conducteur* qui met les *paires de balles* en commu-

nication entre elles, afin que les déplacements de la *matière électrique* survenus entre les paires A et B et la paire C, ne puissent se réparer quand les premières recouvreront par l'air le *fluide déférent* qu'elles perdaient avec le *disque* D, que je retire alors. Voici ce qui en résulte sur les trois *paires* (mettant encore ici à part les modifications que produisent leurs *pièces de suspension*).

Le *fluide électrique* de chaque *paire* conservera la même *densité*, ou quantité de *matière électrique*; ainsi il n'arrivera aucun changement sensible dans leur *divergence*, comparativement au III.me *Etat*. Mais A et B, en demeurant dans le même état *plus*, et divergeant de même, seront plus *positives*, leur *fluide électrique* ayant regagné le *fluide déférent* qu'elles perdaient avec le *disque*. Mais la *paire* C qui ne participait à cette perte, demeure dans le même état total, *égale* quant à la *force expansive*, et *zéro* quant à la *densité*.

Voici leurs états :

A, *positive* et *plus* soit en *excès*.
B, *positive* et *plus* soit en *excès*, mais à un moindre degré qu'A.
C, *égale* et *zéro*, c'est-à-dire, dans l'état *nul*.

166. Si l'on compare maintenant le *résultat sommaire* de chacun des *états* des deux SUITES de modifications du *fluide électrique* par l'action de son *fluide différent*, avec les *résultats sommaires* correspondants, indiqués par les mêmes *numéros*, dans les deux SUITES de modifications de l'*air* par le *feu libre*, on y trouvera exactement les mêmes *expressions* de quantités *comparatives*, conclues de l'action de *causes* absolument *analogues*; et l'on y verra ainsi la preuve de ce que j'ai dit dès l'entrée à l'égard des *fluides expansibles*, qui, sans changer de nature, éprouvent des modifications, qu'il y a toujours trois choses distinctes à considérer, leur *quantité* comparative, toutes choses égales d'ailleurs, leur degré comparatif de *force expansive*, et leur degré comparatif de *densité*. Quand la *quantité* ne change pas, c'est sur les deux dernières circonstances qu'on doit fixer son attention, parce qu'elles ont des effets distincts qui les désignent. A l'égard de la *force expansive*, considérée dans les expériences précédentes sur l'*air* renfermé dans les *vases*, c'est son *degré* actuel comparativement à celle de l'*air du lieu*, qui détermine si, en ouvrant un *robinet*, il sortirait de l'*air* des *vases*, ou s'il y en entrerait, ou si tout demeurerait dans le même état : et à l'égard du *fluide*

électrique sur l'appareil des *balles*, où la comparaison se fait à la *force expansive* du *fluide électrique* sur le *sol*, son degré actuel sur le *système* détermine si, lorsqu'on le mettra en communication avec ce dernier, il perdra, ou acquerra du *fluide électrique*, ou s'il n'éprouvera aucun changement. Jusque-là donc la *densité* n'est pas considérée; mais voici au contraire où elle influe seule à l'égard de l'*air*, c'est sur son poids, comparativement à celui d'un pareil *volume* de l'*air du lieu*; et quant au *fluide électrique*, c'est la *densité*, c'est-à-dire, la quantité proportionnelle de *matière électrique*, comparativement au *fluide électrique* de l'*air*, qui détermine seule les *divergences* des *balles*.

167. Ayant d'abord expliqué, d'après la théorie de M. VOLTA, comment les différences d'*état électrique* des corps mobiles avec l'air produisaient ces *mouvements*, et montré par des expériences directes que cette théorie est certaine, il ne me restait à prouver que cette détermination plus particulière, savoir, que c'est à la *densité* du *fluide électrique*, et non à sa *force expansive*, que se rapportent ces *mouvements*; ce qui devait établir la distinction des deux *ingrédients* qui constituent le *fluide électrique*. Or, je crois qu'il ne saurait rester

de doute à cet égard, après les expériences précédentes. Mais les *divergences* n'indiquent pas immédiatement, comme les *mouvements* de l'*index* des fléaux dans les expériences sur l'*air*, si la différence de *densité* avec le point de comparaison, est en *plus* ou en *moins*; il faut une opération séparée pour découvrir ce rapport à l'égard du *fluide électrique*; et en expliquant comment opère le moyen que nous employons, je confirmerai de nouveau tout le système.

168. Ce moyen consiste en général, dans l'emploi de quelque corps *électrisé*, soit en *excès*, soit en *défaut*, mais dont l'état est connu. On peut employer le *bouton* d'une *bouteille de Leyde* tenue dans la main par son *armure extérieure*, après l'avoir chargée, ou au *premier conducteur*, ou au *frottoir* de la machine, pourvu que l'on connaisse son état. On emploie aussi une baguette de *verre*, ou un bâton de *cire d'Espagne*, dont la première, frottée par la main ou quelqu'autre corps convenable en communication avec le sol, devient en *excès*, et le dernier, frotté de même, devient en *défaut*. Tous ces moyens sont égaux, pourvu qu'on fasse attention à la manière dont on les emploie; mais comme on se sert le plus communément d'un bâton de *cire*

d'Espagne frotté, je le prendrai pour exemple; parce que ce que je dirai de ce corps en *défaut*, sera vrai inversement des corps en *excès*.

169. Si des balles qui *divergent* sont absolument *isolées*, comme lorsqu'elles sont suspendues par de la *soie*, de sorte qu'elles ne puissent ni perdre ni acquérir du *fluide électrique* par *influence*, il faut en approcher le bâton de *cire* latéralement : si elles tendent à s'en *approcher*, elles sont en *plus*, si elles s'en *éloignent*, elles sont en *moins*. C'est la *loi* directe des *mouvements électriques*. Mais si les *balles* sont suspendues par des *fils conducteurs* à quelque corps aussi *conducteur*, ce moyen est illusoire, parce qu'il se fait des déplacements du *fluide électrique* entre les *balles* et la pièce de suspension, et alors des *balles* qui sont *plus*, peuvent devenir *moins*, ou le contraire; il faut donc employer les *influences*.

170. Dans cette épreuve on peut faire, ou *augmenter*, ou *diminuer* la *divergence* des *balles* par le même bâton de *cire*, suivant la manière dont on procède. Si l'on présente la *cire* au dessus de la pièce de *suspension*, le *fluide déférent* de celui-ci, se porte sur la *cire* qui en manque; ainsi le *fluide électrique* de cette pièce perdant de sa *force expansive*, et ne résistant

plus autant à celui des *balles*, il lui en passe de celles-ci, qui perdent par-là de leur *matière électrique :* si donc elles divergeaient en *moins*, leur divergence *augmente ;* si elles divergeaient en *plus*, elle *diminue*. On aura les changements inverses pour les mêmes états, si l'on présente la *cire* sous les *balles :* car alors ce seront elles qui perdront du *fluide déférent* avec la *cire ;* et leur *fluide électrique* perdant ainsi de sa *force expansive*, il leur en viendra de la *pièce de suspension :* acquérant donc de la *matière électrique*, si elles divergent en *moins*, leur divergence *diminuera*, si c'est en *plus*, elle *augmentera*.

171. On ne pouvait donc entendre réellement le langage des *électroscopes* par ces moyens d'*épreuves*, ni comprendre bien d'autres phénomènes qui se présentent accidentellement dans le cours des expériences électriques, quand on ne connoissait pas la *nature* du *fluide* qu'on mettait en action; et comme les effets que je viens de décrire, qui sont le résultat constant de l'expérience, rentrent absolument dans la définition que j'ai donnée de ce *fluide*, ils concourent avec les phénomènes précédents pour la certifier, mais je l'appuierai par un grand nombre d'autres expériences, après avoir encore analysé ici un autre effet général qui ap-

partient à toutes, dès qu'il s'y exerce des *influences*.

172. Dans la comparaison que j'ai faite des modifications correspondantes dans le *système* des *vases* et dans celui des *balles*, par l'action du *disque* D sur A et B de l'un et de l'autre, je n'ai indiqué qu'en passant une différence qui se trouve entre les effets respectifs, lorsqu'on retire le *disque*. Dans les expériences sur l'*air*, quand le *disque* servait à augmenter ou diminuer la quantité de *feu libre* dans ces deux vases, il fallait un certain temps pour qu'ils perdissent ou reprissent dans l'air le *feu libre* qui changeait la *densité* de leur *air* comparativement à celui du reste du *système* et de l'*air extérieur*, et l'*index* des fléaux auxquels ils étaient suspendus ne pouvait ainsi se mouvoir que lentement vers le point de l'échelle auquel il devait arriver. Mais dans le *système* des *balles*, les paires A et B auxquelles le *disque* donnait ou enlevait du *fluide déférent*, perdent ou acquièrent instantanément dans l'air, la quantité de ce *fluide* qui produisait des changements dans la *densité* de leur *fluide électrique*, et le changement de *divergence* est soudain. On conçoit aisément la raison de cette différence ; elle résulte de la prodigieuse rapidité avec laquelle le *fluide déférent électrique*

se met en équilibre dans les corps en comparaison du *feu*, je me bornerais donc à l'indiquer, si je n'avais à faire remarquer entre ces phénomènes une analogie, qui ne frapperait pas d'abord, et qui servira à prouver la *circulation* du *fluide déférent* par l'entremise de l'*air*, entre les corps qui ont *moins* et ceux qui ont plus de *matière électrique* que l'*air*; effet que j'ai expliqué aux §. §. 122 et 123, mais qui par son importance dans les phénomènes électriques, doit être appuyé pour analogie avec quelque fait plus évident.

173. Cette *circulation* rapide explique pourquoi les effets des *influences* cessent à l'instant que les corps sont éloignés l'un de l'autre; effet qui, sans cela, paraîtrait une sorte de *magie*. Durant le voisinage, le corps qui a *moins* de *matière électrique* possède plus de *fluide déférent* qu'en proportion de sa quantité de cette matière, et celui qui a *plus* de celle-ci ne possède pas sa quantité proportionnelle de *fluide déférent*. Cependant la *matière électrique* de l'*air* enlève sans cesse au corps qui en a *moins* une partie du *fluide déférent* qu'il a de trop et la *matière électrique* du corps qui en a *plus*, enlève du *fluide déférent* à l'*air*; de sorte que les effets que nous observons ne procèdent que d'un résidu; le premier des corps a toujours plus,

plus, et le dernier moins de *fluide déférent* que s'ils n'étaient pas voisins, ce qui s'aperçoit par les phénomènes qui caractérisent les *influences*. Mais à l'instant où ces corps sont séparés, celui qui a *moins* de *matière électrique* perd dans l'air tout le *fluide déférent* qu'il avait de plus; celui qui a *plus* de *matière électrique* recouvre tout celui qui devait lui appartenir; et l'un et l'autre n'ont plus que la quantité de *fluide déférent* qui appartient à leur quantité proportionnelle de *matière électrique* comparativement à l'air; ce qui fait cesser les effets des *influences*. En indiquant la première fois cette *loi* du *fluide déférent*; dans les paragraphes auxquels je viens de renvoyer, j'ai dit que de semblables *circulations*, ont en général des effets *opposés* qui se compensent mutuellement jusqu'à certains points d'équilibre, et règnent très-souvent dans les actions des *causes physiques*, quoiqu'en apparence il y ait *repos*; ce dont on trouvera nombre d'exemples dans l'introduction à la *physique terrestre* dont j'ai déja parlé plusieurs fois, et nous en avons un dans le cas même qui m'a conduit à cette explication.

174. Je suppose que dans les expériences sur le *système* des *vases*, le *disque* D est plus *chaud* que l'air du lieu, et qu'ainsi il augmente la quantité du *feu libre* dans l'*air* des vases A

et B. Il n'y a pas ici une *circulation* par l'air semblable à celle du *fluide déférent* dans le cas des *balles*, parce que le *disque* ne possède que précairement une surabondance de feu : mais durant son voisinage des vases A et B, deux effets *opposés* ont lieu dans ceux-ci ; l'un, qui élève leur *température*, savoir le *feu* qu'ils reçoivent du *disque* ; l'autre qui l'*abaisse*, savoir le *feu* qu'ils perdent avec l'air opposé ; de sorte que leur *température* plus *élevée* durant ce voisinage résulte de l'*excès* du *feu* qu'ils reçoivent, sur la perte qu'ils en font simultanément : puis, à la retraite du *disque*, continuant de perdre du *feu*, mais n'en recevant plus, ils sont réduits à la *température* de l'air du lieu. On ne doutera point de cet effet, et il doit être absolument le même quant au *fluide déférent*, sur les paires de balles A et B ; et le même effet a lieu sur le *disque*, parce que sa plus grande quantité proportionnelle de *matière électrique* est une cause qui renouvelle sans cesse sa quantité plus grande de *fluide déférent* comparativement aux *balles*, et l'*air* sert d'intermède à cette *circulation*.

175. Ayant eu dans cette section à comparer entre eux deux *fluides expansibles* très-différents, et qui cependant ont en commun une modification de même genre, pour appliquer

au dernier, ce que nous connaissons de l'autre, quant à la cause de cette modification, j'ai dû, en la définissant et la suivant dans ses différentes circonstances, employer des *expressions* qui fussent également applicables aux deux fluides; et je les ai empruntées du langage usité, mais vaguement, dans les expériences électriques, afin de montrer d'autant mieux, en leur donnant des sens fixés et réellement distincts, que les phénomènes du fluide électrique seraient demeurés inintelligibles, tant qu'on n'y aurait pas découvert les circonstances sur lesquelles les modifications analogues de l'*air* répandent leur lumière.

176. J'ai cru aussi pendant quelque temps, que ces expressions empruntées du langage électrique, pourraient y être conservées avec ces déterminations; mais j'ai eu occasion d'apercevoir que l'habitude de les employer indifféremment pour une même idée vague de comparaison, empêchait des personnes très-intelligentes de me suivre longtemps dans l'exposition de la marche des effets électriques, dès qu'elle devenait compliquée par les circonstances; il suffisait d'un moment d'inattention aux différents sens fixés à ces expressions comparatives, *excès* et *défaut*, *plus* et *moins*, *positif* et *négatif*, pour que l'obscurité régnât de nou-

veau sur des phénomènes en eux-mêmes très-clairs.

177. C'est ici une occasion de montrer la vérité de ce qu'a dit LOCKE, qu'on ne *pense* point en *mots*, quand on suit dans son entendement des *choses réelles*. On ne fera jamais de progrès dans la marche des *causes*, tant que l'esprit ne se les peindra pas *telles qu'elles sont*, et n'en verra pas la *marche* d'une manière analogue à ce qui résulte de la *vue* corporelle. Jamais on ne pense aux mots *roues*, *pignons*, *poulies*, *levier*, *mouvement*, *choc*, *ressort*, *poids*, quand on suit dans son esprit les effets mécaniques. Ceux qui ont successivement inventé les différentes pièces des machines et les moyens de les mettre en action, n'avaient point ces *mots* dans leur esprit, mais seulement des *formes*, des *mouvements*, et des *conséquences* connues de certaines combinaisons. Or, il en est de même quand on médite réellement sur les phénomènes physiques, et je puis dire en particulier, que tout mon système sur le *fluide électrique*, d'après les *phénomènes*, s'était formé dans mon esprit, en y voyant les *agents* en *action*, sans leur avoir attaché des *noms*, ni exprimé leurs différentes modifications par des *mots*. Mais dès qu'on veut transmettre ses *idées*, la nécessité des *mots* se fait sentir, et

l'expérience m'a fait comprendre, qu'autant les *néologismes* sont fâcheux dans le langage, quand on ne change que par caprice, ou sans raison assez forte, les expressions usitées pour des *idées* déja connues, autant ils sont indispensables pour les *idées nouvelles*, afin d'éviter qu'on ne retombe dans celles auxquelles certaines expressions ont été attachées. Les *mots* ne sont pas destinés à faire naître des *mots* dans l'esprit des autres, mais des *idées*, c'est ce qu'il ne faudrait jamais perdre de vue.

178. J'ai donc senti, après plusieurs épreuves de l'effet des *expressions* tirées de l'usage quant aux modifications du *fluide électrique*, que pour me rendre surement intelligible, j'avais besoin d'expressions absolument nouvelles, et qui par conséquent n'eussent jamais eu d'autres sens que celui que je leur attacherais dans mon système; et lorsque je vins à réfléchir sur leur choix, je compris qu'il y aurait de l'avantage à pouvoir les réduire à des *signes expressifs*. Dès que cette idée me fût venue, je considérai, que les modifications du *fluide électrique*, ou du FLUIDE, comme je le désignerai dans la suite, en lettres capitales, par abréviation, se présentaient sous les trois points de vue, de sa *quantité*, de sa *force expansive* et de sa *densité*, auxquelles s'appliquent également les ex-

pressions comparatives *plus* ou *moins*. Je vis donc que ces différents points de vue pouvaient être représentés par des *signes*, et je choisis F, pour désigner celui qui concerne la *quantité* du FLUIDE; *ex*, pour ce qui concerne le degré de *force expansive*; et, quant à la densité, comme elle consiste dans la quantité proportionnelle de *matière électrique*, j'ai choisi *m* pour ce troisième aspect. A l'égard de chacun de ces trois *signes*, ce qu'on doit exprimer est, la *supériorité*, *égalité* ou *infériorité* de l'état actuel qu'il désigne dans un corps, comparativement à un certain état fixe auquel on le rapporte; et comme plusieurs électriciens ont déja introduit les signes + et —, sans leur attacher un sens algébrique, j'ai cru pouvoir les adopter, en les plaçant de manière qu'ils ne réveillassent pas ce sens; c'est pourquoi je les place *après*, et non *avant* les *signes* des différents points de vue sous lesquels le *fluide électrique* se trouve considéré dans mon système.

179. Voici donc le tableau de ces nouvelles expressions.

F +, F =, F —, se rapporteront à la *quantité* du *fluide électrique* sur des *corps isolés*, comparativement à l'état *actuel* du *sol* à cet égard.

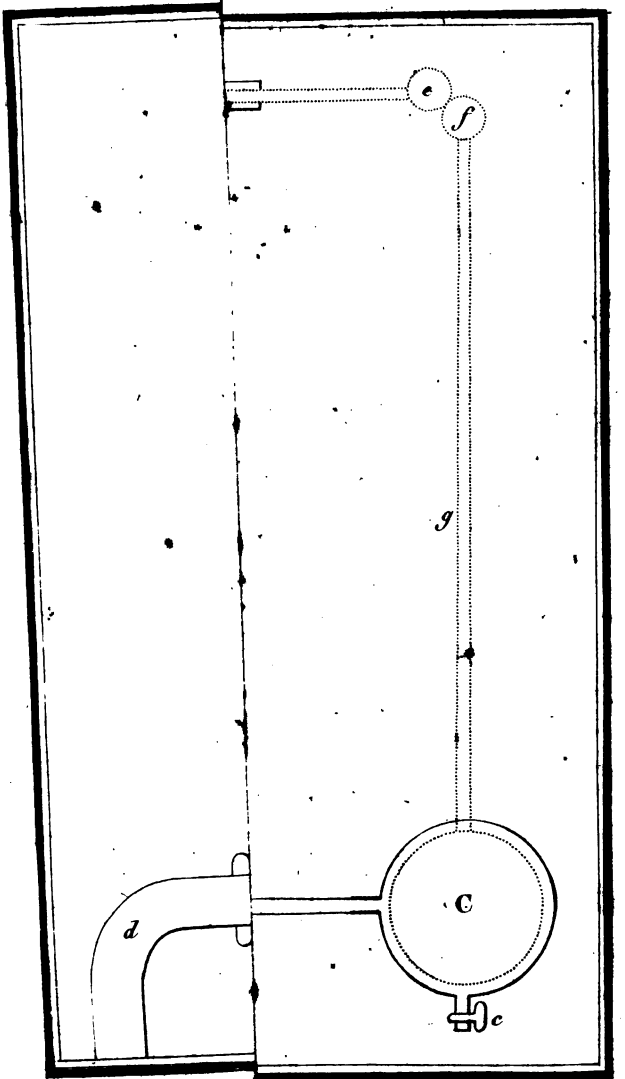
ex +, *ex* =, *ex* —, se rapporteront uniquement au degré de *force expansive* du FLUIDE sur ces corps, comparativement à sa *force expansive actuelle* sur le *sol*, et quelquefois dans l'*air*, sans égard à sa *densité*.

m +, *m* =, *m* —, se rapporteront uniquement à sa *densité* ou quantité proportionnelle de *matière électrique* sur ces corps, comparativement à l'*air* seulement.

180. Telles sont les *expressions* que j'emploierai dans les expériences suivantes, à l'égard desquelles, ainsi que dans la construction des appareils, je n'ai rien négligé pour tâcher d'entretenir l'intérêt qui renaît parmi les physiciens sur les phénomènes électriques; parce que je les regarde depuis longtemps comme la clef du champ le plus beau, comme le plus utile, qu'offre la Physique, celui des *causes*. Je dis le plus utile; car tous les hommes attentifs ont eu occasion de reconnaître la vérité de ce que dit BACON, livre II du *Novum Organum*, Aph. III, parlant de celui qui, par l'observation et l'expérience, arrive à déterminer les *causes*: « qu'il peut découvrir et *produire* des choses « qui n'avaient point encore été faites, et qui

« n'auraient jamais été réduites en acte, soit « par les vicissitudes de la nature, soit par « des expériences ingénieuses, soit même par « le hasard ; enfin qui ne seraient jamais entrées « dans la pensée de l'homme. » Il est évident que lorsqu'on est parvenu à bien connoître *ce qui produit*, il peut venir en pensée d'*arranger* des *circonstances* pour lui *faire produire* ce qu'il ne produirait pas sans cela. C'est-là un genre commun d'*utilité*, résultant de la connaissance des *causes* ; mais il n'y en a pas moins pour l'homme, de s'avancer de plus en plus vers la connaissance de *ce qui est*, et de laisser ainsi le *scepticisme* au temps d'ignorance sur la nature, ou aux hommes qui s'y complaisent.

Pl. 1.



TROISIÈME PARTIE.

NOUVELLES EXPÉRIENCES ÉLECTRIQUES.

INTRODUCTION

Servant à donner une première idée d'un NÉCESSAIRE ÉLECTRIQUE.

181. M. RENARD de Berlin, dont j'ai déja parlé au §. 38, a entrepris la construction des nouveaux appareils que j'ai imaginés pour rassembler dans un petit espace, tout ce qui était nécessaire à l'analyse du *fluide électrique*, et il m'a beaucoup aidé par des idées d'exécution. Lorsque le premier ensemble de ces instruments fut fini et arrangé dans une cassette, elle lui rappela l'idée de celles qu'on nomme *nécessaires*, parce qu'elles renferment dans un petit espace, beaucoup de choses utiles à quelque objet, et il la nomma *Nécessaire électrique*; nom que je trouvai bien adapté et que je conserverai.

182. Cette cassette ne renferme aucun *appareil* déja préparé, mais elle contient les pièces nécessaires pour en former successivement un assez grand nombre. Ces pièces sont logées dans l'épaisseur de deux planches, longues de 12 pouces et une ligne de France, larges de 5 pouces 3 lignes, et épaisses de 6 $\frac{1}{4}$ lignes; et ces deux planches, placées l'une sur l'autre, sont renfermées dans une cassette, qui, avec une boîte cylindrique de 6 $\frac{1}{2}$ pouces de hauteur et 2 $\frac{1}{2}$ de diamètre, renfermant des *pieds* de bois et servant elle-même de *pied*, composent tout ce *Nécessaire*, avec lequel, une petite machine électrique et une bouteille de Leyde, on peut exécuter toutes les expériences que je décrirai, qui embrasseront tous les phénomènes du *fluide électrique* dans l'état où il se trouve sur tous les corps, et y montreront sa *nature* telle que je l'ai définie.

183. J'ai dessiné dans les pl. II et III, de grandeur naturelle, toutes les pièces contenues dans la *cassette*, chacune à sa *place de dépôt*; et c'est-là, que je renverrai pour une plus grande connaissance des pièces dont se trouvent successivement composés, les appareils dessinés dans les planches suivantes, où je les ai réduits d'ordinaire à la moitié de leur grandeur. La

pl. II, représente la *planche inférieure*, auprès de laquelle on voit une planchette qui s'enchasse dans celle-là. Les pièces sont dessinées par leur simples contours, aux places où elles se trouvent enchassées dans la planche, la plupart jusqu'au niveau de sa surface : quant aux parties qui projettent, elles rencontrent des cavités sous la planche supérieure. Celle-ci, est représentée par la pl. III ; elle est divisée en deux parties égales dans sa longueur, au point indiqué par un trait; ces *demi-planches* servent de bases à l'un des principaux appareils : aucune pièce ne s'élève au dessus de la surface de ces *demi-planches*, sur lesquelles vient s'appliquer le couvercle de la cassette. Pour que les parties qui projettent sur la *planche inférieure* rencontrent surement les cavités de la *planche supérieure*, 7 petites chevilles de laiton sont plantées sur la première, pl. II, aux points indiqués par de petits cercles noircis, et les trous correspondants se voient *sous la forme* à la planche supérieure pl. III.

184. Telle est l'idée générale du *Nécessaire électrique*. J'espère que cette fois, comme on pourra se le procurer tout fait, le posséder sans embarras, porter même plus loin par son moyen les développements des modifications

du *fluide électrique* que je ne l'avais fait par mes grands appareils, et inventer de nouvelles expériences par différentes combinaisons des mêmes pièces, cela engagera nombre d'amateurs de la physique à s'en occuper.

SECTION PREMIÈRE.

Expériences relatives aux INFLUENCES SIMPLES *du* FLUIDE ÉLECTRIQUE *sur lui-même, et aux* ÉLECTROSCOPES.

185. Je commencerai par les expériences fondamentales de M. Volta, telles que j'eus l'avantage de les lui voir faire à Paris en 1782, et seulement elles seront dirigées en vue de l'exposition de mon *système*, explicatif de sa *théorie* (§§. 43 à 51).

186. La pl. IV renferme 3 *figures*, mais il ne s'agira ici que des *figures* I et II, qui sont symétriques à ses deux côtés; la *figure* III, est bien relative aux deux autres, mais c'est dans des expériences auxquelles je ne viendrai pas de quelque temps.

187. Ces deux appareils symétriques sont composés de diverses pièces dessinées dans les pl. II et III, elles sont encore ici de grandeur naturelle, parce que ces appareils, ou actuellement dessinés, ou supposés, reviendront souvent dans d'autres combinaisons. Il s'agit de deux *disques* de laiton, représentés de plat

dans les *figures* I et II, de la pl. III; ayant un bourlet saillant sur une de leurs faces, qui est représenté par un cercle ponctué dans les deux figures. Ces *disques* sont portés par des tiges de verre vernissé *a*, *b* dans les deux figures, dont la partie *b* est cimentée dans une douille, fixée au disque du côté du bourlet. Ce sont ces *disques*, quand ils sont électrisés, qui exercent l'*influence* dans la plupart des expériences que je rapporterai; il fallait donc leur donner une base solide et facile à mouvoir sur la table, et c'est à quoi j'ai destiné la planche supérieure du *Nécessaire*, pl. III, que j'ai dit être coupée en deux parties égales dans le sens de sa longueur, chacune de ces *demi-planches*, quoiqu'avec les pièces qui y restent encore en dépôt, sert de base à un des *disques*, dont la tige est reçue dans un trou marqué A, auprès d'une des extrémités de l'une et de l'autre. Les trous sont percés de manière que les faces planes des *disques*, saillantes en avant des tiges, se touchent l'une l'autre quand les deux planches sont mises bout à bout. Les tiges ne pouvant pas toujours être de même grosseur, il faut les essayer dans les trous, afin de trouver la base adaptée à chaque *disque*.

188. La ligne *a a*, au bas de la pl. IV, représente le niveau de la table sur laquelle on

fait les expériences; elle doit être solide, unie et horizontale, pour qu'on puisse y faire mouvoir aisément les bases des *disques*, et que les balles suspendues, n'éprouvent ni secousses ni changement de position dans ces mouvements. On voit partie des bases des *disques* dans les lignes *b* et *c* des deux *figures*. Ces lignes indiquent deux différentes sections longitudinales des *bases*, dont celle *b* est par le milieu des *demi-planches* qui forment ces *bases*, passant ainsi par le centre des trous A de chacune (pl. III); les lignes ponctuées *c* indiquent une autre section des *demi-planches*, parallèle à celle-là, dont je parlerai ci-après.

189. Dans ces *figures*, les *disques* sont vus de côté, et indiqués seulement par la section de leur diamètre vertical *d*, *d*, prolongée par l'axe de leur baguette de verre *e*, *e*. Ces *disques* portent des balles électroscopiques, l'une fixe, *f*, l'autre mobile, *g*. La balle fixe appartient à une pièce de laiton coudée *h*, *g*, (toujours des deux *figures*) et la termine en bas; la place de dépôt de ces pièces est *figures* III et IV, pl. III; leur bras horizontal *h*, entre à frottement dans un trou *a*, percé au travers du bourlet de chaque *disque*, à son sommet; et ce bras est percé lui-même d'un trou longitudinal, commençant au coude, pour recevoir la queue

de la pièce qui porte la *balle mobile* faite de moelle de sureau, et suspendue par un fil de laiton très-mince. On voit ces pièces à leurs places de dépôt, *figures* V et VI, pl. III. On ne peut pas voir distinctement dans ces *figures*, la partie qui porte l'axe auquel la *balle* est suspendue, parce qu'elle est noyée dans la planche; c'est pourquoi je l'ai dessinée à part dans la *figure* VII : cette pièce est vue de côté en *i*, des deux *figures*, pl. IV.

190. Les degrés d'élévation de cette *balle mobile* sont très-essentiels à observer dans quelques expériences, c'est à quoi servent des *échelles*, vues à leur place de dépôt dans les *figures* I et II, de la pl. II. Les *échelles* elles-mêmes sont d'ivoire, et elles sont fixées, par une petite douille de laiton, à une baguette de verre vernissé : voici quelques remarques qui les concernent.

191. L'électricité ayant été comme oubliée pendant assez longtemps, du moins pour chercher ses rapports avec les autres branches de la physique, peu de physiciens ont fait attention à l'*Electromètre comparable* que j'ai décrit dans mes *Idées sur la Météorologie*. Je suis parvenu, par les moyens indiqués dans la description de cet instrument, à employer l'*influence* de son *échelle* sur la *balle mobile*, pour faire parcourir

parcourir à celle-ci des angles égaux, par des augmentations d'*électrisation* égales entre elles; ce qui, dans la construction indiquée, est produit par le déplacement du FLUIDE sur les *échelles*, à mesure que la *balle* s'élève en les parcourant à une distance déterminée. J'ai tenté la même chose dans mon petit appareil, mais je n'ai pu y parvenir, à cause de la flexibilité des fils de laiton auxquels les *balles* sont suspendues; elles les faisaient couler pour se porter contre l'échelle. Etant donc obligé de renoncer à tirer parti de cette *influence* dans le but dont je viens de parler, j'ai dû au contraire la faire cesser entièrement, pour que la *balle* fût laissée à elle-même, et je n'ai pu y parvenir qu'en éloignant les *échelles* de près de 2 pouces; de sorte que la place de leurs pieds se trouve aux points B, B, de la, pl. III, indiquant les trous qui reçoivent, sur les deux *demi-planches*, les baguettes de verre des *échelles*, c'est par le centre de ces trous que sont supposées les sections des *bases* des disques marquées par des lignes ponctuées dans la pl. IV. Les *balles* n'obéissent donc ainsi qu'aux degrés d'*électrisation* qu'elles éprouvent; de sorte que ce ne sont pas les *angles* qu'elles parcourent, mais leurs *sinus verses*, qui mesurent les *électrisations*.

192. J'ai ponctué les figures de ces *échelles* dans la pl. IV, pour désigner qu'elles sont *en avant :* elles s'élèvent à la hauteur des *balles ;* vues ainsi comme si les *échelles* étaient transparentes, mais elles en sont cachées pour l'observateur. J'avais d'abord placé les *échelles* à la même distance derrière les balles ; mais quand l'œil s'était ajusté pour la distance des *échelles,* on ne voyait qu'indistinctement le fil de la balle en avant, ou inversement, si l'on fixait le fil ; au lieu que les *échelles* étant en avant, l'œil ajusté à leur distance, aperçoit très-distinctement le fil, et le rapporte fort bien à la division, vue distinctement. Pour éviter sensiblement la parallaxe, il faut se tenir à la plus grande distance possible, suivant la portée de la vue, et placer l'œil de manière qu'il voie le bord intérieur de la branche de laiton qui porte la balle fixe *f,* correspondre à un trait tracé sur l'*échelle,* distant de son trait *o,* autant que le *fil* de la *balle mobile* l'est de cette branche ; l'observateur étant ainsi placé, il voit ce dernier *fil* correspondre au point convenable de l'*échelle.* La division est en *degrés* de cercle, pour la commodité d'en avoir immédiatement 60 au moyen du *rayon ;* mais ils ne sont tracés que de deux en deux, comme on le voit aux *figures* des *échelles* dans la pl. II ; ayant éprouvé que

lorsqu'ils sont tous tracés, il en résulte plus de confusion que d'aide pour l'œil. Quand les *disques* sont en présence l'un de l'autre, comme dans la pl. IV, leurs *balles* se meuvent dans les sens opposés, et les nombres des degrés croissent dans ces sens, à partir du point O, qui correspond à celui où pend la balle, quand elle n'est pas *électrisée*.

193. Ces *disques*, munis de leurs *électroscopes*, servent à plusieurs expériences importantes, et les premières que je décrirai sont fondamentales dans toute la théorie de l'Electricité, parce qu'elles ont levé le voile qui couvrait tous les phénomènes électriques avant que M. VOLTA, les eût conçues. En exposant, dans la première PARTIE la théorie de cet habile physicien, je l'ai réduite, §. 70, à son énoncé le plus général, celui qui m'a conduit à mon *système physique*, et que voici. « Quand le *fluide* « *électrique* est en quantité proportionnellement plus grande sur un corps que sur ses « voisins, il *perd* de sa *tension*, sur le premier « par ce voisinage, et celle du FLUIDE de ces « corps *augmente* en proportion de cette *perte*. » C'est de cette proposition que je démontrerai d'abord la vérité; mais je le ferai sous la forme de mon *système*, qui n'a ajouté à la *théorie* sur ce point, qu'en indiquant la *cause* d'où ré-

sulte la *loi* générale de la *théorie*; ou le *fait* exprimé dans cette proposition.

194. Avant que d'entrer dans l'exposition des expériences, je dois prévenir, qu'elles exigent un temps assez favorable pour que les *divergences* des balles électrisées se conservent sans diminution sensible pendant le temps nécessaire pour les opérations et les observations. Ces temps dépendant en plus grande partie de l'état de l'air quant à la quantité de *vapeur aqueuse* qu'il contient, on ne doit pas attendre des expériences satisfaisantes, quand mon *hygromètre* est au dessus de 40°, et le *thermomètre* au dessus de + 16 de mon *échelle*. Je parle de la quantité de *vapeurs aqueuses*, et non de l'*humidité*; car celle-ci est toujours la même au même point de l'*hygromètre*; mais avec un même point sur cet instrument, la quantité de la *vapeur aqueuse*, qui est un fluide conducteur dans le milieu ambiant, est d'autant plus grande, que le *thermomètre* est plus élevé: on verra ces rapports dans mon *introduction à la physique terrestre*. Toutes les expériences que je rapporterai, commencées au mois de novembre dernier et finies dans le mois d'avril, ont été faites dans des temps où l'*hygr.*, n'était pas au dessus de 38, ni le *therm.* sensiblement au dessus de + 15. Avec le même degré de

l'*hygromètre*, si le *thermomètre* est à + 20, le *milieu* n'est plus assez isolant; il y a trop de *vapeur aqueuse* mêlée à l'air. Il faut avoir soin aussi d'ôter la poussière des baguettes isolantes. Enfin je dois prévenir en général, qu'on ne doit pas attendre de ces petits appareils le même degré de précision ni d'accord que j'obtenais dans mes anciennes expériences avec des appareils beaucoup plus grands, plus solides et sur lesquels l'air avait une moindre influence proportionnelle; mais on trouvera ces expériences assez exactes pour établir clairement et solidement la *théorie*, et mon *système physique*.

195. La distance où se trouvent les *disques* sur la pl. IV, est principalement relative à l'expérience dans laquelle intervient l'appareil *figure* III; quant à celles par lesquelles je commencerai, la distance doit être telle d'abord, que l'*électrisation* du disque A, ne produise aucun mouvement sensible dans la balle du *disque* B, si l'on porte l'*électrisation* du premier jusqu'à faire élever sa balle de 30°, la distance de l'autre doit être d'environ 6 pouces: c'est ce que je supposerai toujours en commençant: et lorsque je parlerai de *retirer* un des disques, ce sera toujours pour le ramener au moins à cette distance.

196. C'est avec une *bouteille de Leyde* que

j'agis sur le disque A, pour le réduire à l'état F + ou F —. Il s'agira toujours du premier de ces états dans les expériences suivantes, afin d'y conserver l'uniformité; mais je prendrai ensuite quelque cas pour exemple, afin de montrer généralement, pourquoi les phénomènes *électroscopiques* apparents, c'est-à dire, les *mouvements* des *balles*, sont les mêmes dans l'un et l'autre cas.

197. Lorsqu'il s'agit d'expériences où l'on veut mesurer les *degrés* d'électrisation, il ne faut pas agir immédiatement sur le *disque* avec la *bouteille*, parce que l'effet étant subit, il en résulte de grandes oscillations dans la *balle*; j'emploie donc un petit instrument que j'ai nommé l'*entonnoir*, parce qu'il transmet graduellement le FLUIDE. Cet instrument est composé de deux pièces, *figures* VIII et IX, pl. III: la *figure* VIII, réprésente une baguette de verre vernissée, portant à l'une de ses extrémités un petit canon de laiton transversal; la *figure* IX est une baguette de laiton terminée en pointe d'un côté, et formée de l'autre en boucle aplatie : quand cette baguette est fixée dans le canon de l'autre pièce, elles forment ensemble un T. Pour agir sur le *disque* avec la *bouteille*, il faut prendre d'une main l'*entonnoir* par l'extrémité de son manche, et présentant de loin

sa *pointe* au disque, appuyer le bouton de la *bouteille* contre sa boucle, et approcher ainsi la *pointe* du *disque :* on voit alors la *balle* s'élever graduellement, et l'on approche jusqu'au contact, s'il est nécessaire : puis on retire le tout de la même manière, c'est-à-dire, la boucle de l'entonnoir continuant d'appuyer contre le bouton de la bouteille jusqu'à une certaine distance. Par ce moyen, la balle a peu de balancement, et l'on peut observer dès qu'on a écarté la *bouteille* à trois ou quatre pieds de distance. Il va sans dire aussi, qu'il faut opérer loin de la machine électrique, et c'est pour cela que je préfère de beaucoup celle dont le plateau n'a que 7 à 8 pouces de diamètre, parce qu'on peut opérer dans la même chambre.

198. Nous considérerons maintenant la *bouteille de Leyde*, quand elle est *chargée*, comme étant une *source* de *fluide électrique* qui peut élever à son *niveau*, mais jamais au-delà, un *corps conducteur* isolé, qui n'est pas assez grand pour que le *fluide* qu'il en reçoit, tandis qu'on la tient par son armure extérieure, fasse sensiblement changer son état. C'est là, le cas des *disques* de l'appareil, lorsqu'on agit sur eux avec une bouteille d'environ 3 pouces de diamètre, et 4 pouces de hauteur armée. Avec une telle *bouteille*, dis-je, on peut élever nom-

bre de fois l'*électrisation* d'un de ces *disques* au-delà de 30°, même jusqu'à 40, suivant le temps, sans qu'elle paraisse s'affaiblir, mais quand la *balle* est élevée au point déterminé par le degré de *charge* de la *bouteille*, la durée du contact n'opère plus rien. Quand je veux commencer les opérations à 30°, sur le disque A, je charge la bouteille au point qu'elle élève immédiatement la balle à 32 ou 33 degrés, puis j'attends, pour approcher le disque B, qu'elle soit descendue à 30, (on n'oubliera pas que je ne parle que d'expériences faites dans des temps favorables).

199. Les premieres expériences que je rapporterai concerneront les *influences réciproques* des disques A et B, dont le premier sera toujours F +, et le dernier F =, jusqu'à ce que j'indique un changement dans les circonstances. On a donc *ajouté* du FLUIDE à A, comparativement à l'état actuel du *sol*, et aussi comparativement à l'état de l'*air* ambiant, que je suppose le même que le premier, et on a laissé B, dans cet état; c'est ce qu'expriment les signes ci-dessus, suivant le sens que je leur ai attaché. Rien n'affectant la *balle mobile*, vu la distance de l'*échelle*, que le degré d'électrisation qui lui est commun avec la *balle fixe*, elle ne s'élève que par cette circonstance, et ainsi comme je

l'ai déja fait remarquer, ce ne sont pas les *angles* mêmes de l'*élévation*, mais leurs *sinus verses*, qui sont proportionnels aux *degrés* d'*électrisation*. Je placerai donc ces *sinus* auprès des nombres exprimant les degrés, en les prenant pour un *sinus total* de 1000 parties, ce qui est ici d'une exactitude suffisante. Ce seront donc les *nombres* exprimant les *sinus verses*, qui seront proportionnels à ce que M. VOLTA, nomme la *tension* du FLUIDE; de sorte qu'ils montreront immédiatement les rapports à cet égard de la *perte* du disque A, au *gain* du disque B. Quant à ce qui se passe alors dans les disques, je l'expliquerai par mon système.

200. Il n'est aucune des expériences que je rapporterai, que je n'aye répétée bien des fois, en notant les observations; il s'y trouve quelques différences, parce qu'on n'est jamais sûr, avec de si petits appareils, que les circonstances soient absolument semblables; mais les anomalies ne sont point assez grandes pour cacher la marche réelle des phénomènes. Je copierai des expériences du nombre de celles qui, répétées plusieurs fois de suite, ont donné sensiblement les mêmes résultats, et l'on verra que les *anomalies* se trouvent de part et d'autres de ce qu'exigerait la *loi*.

201. Dans l'expression des expériences, la

première colonne sera toujours destinée aux modifications du disque A, celui, comme je l'ai dit, sur lequel on opère immédiatement pour le rendre F+, et la seconde colonne, aux modifications du *disque* B (qui néanmoins demeure F=), par les opérations indiquées chaque fois avant les nombres placés dans ces colonnes.

EXPÉRIENCE I.

	Disque A.		Disque B.	
	angles.	sin. v.	angles.	sin. v.
Chargé le disque A, le le disque B étant éloigné.	30	134	0	0
Approché B d'A, à une ligne de distance.....	24	86	18	49
Différence des *sinus verses*.....		48		
Ici, suivant l'expression de M. VOLTA, la *tension* ayant augmenté de 49 sur B, a diminué de 48 sur A.				
Chargé de nouveau A, B étant éloigné.....	30	134	0	0
Approché B à la même distance.....	24	86	17	44
Différence.....		48		

Dans cette répétition de l'expérience, la *tension* sur B n'ayant augmenté que de 44, A a néanmoins perdu aussi 48. C'est là, autant que j'ai pu en juger, les limites des *anomalies*, et l'on voit qu'elles certifient l'exactitude de la *loi* elle-même, se trouvant de part et d'autre de ce qu'elle exigerait.

EXPÉRIENCE. II.

202. Quand le temps est favorable, si l'on ne tarde pas à écarter le disque B, sa balle retombe à O, et celle du disque A, s'élève de nouveau à 30°, c'est-là, la preuve de ce que suppose la théorie de M. VOLTA, qu'il ne se fait aucune communication du FLUIDE du disque A, au disque B, et qu'il n'y a d'effet que sur les *tensions*. Mais maintenant j'introduirai la *cause physique* de ce phénomène, parce qu'elle nous conduira plus loin à l'égard de ce qui se passe dans les *groupes* qui composent chacun des disque A, B; et, pour la facilité de l'expression, je nommerai ces *groupes* et tous les autres dans le même cas, des *systèmes*, c'est-à-dire, des assemblages de corps *conducteurs*, qui sont entre eux en communication *conductrice*, mais *isolés*, par des supports, *non-conducteurs*.

203. Quand les *systèmes* A et B, sont éloi-

gnés l'un de l'autre, et qu' A, est amené à l'état F +, tandis que B reste F =, ces états respectifs peuvent être considérés comme communs à toutes les *parties* du même *système*, et ce sont les changements qui arrivent dans ces *parties*, par l'approche des *disques* que nous avons à analyser. Quand B, est approché d'A, le *fluide déférent* de celui-ci, se portant sur le *disque* considéré comme partie distincte dans le *système* B, il augmente la *force expansive* de son FLUIDE, dont une partie passe par-là dans les *balles*, parce qu'elles n'éprouvent pas sensiblement cette modification, tant à cause de leur distance, que parce que le FLUIDE du *Disque* s'empare de ce nouveau *fluide déférent*. Les *balles* recevant ainsi un surplus de *matière électrique* comparativement à l'*air*, elles deviennent *m* +, ce qui les fait *diverger*, c'est-à-dire, qui fait élever la *balle mobile*. Mais le *disque* lui-même est devenu au contraire *m* —, ayant perdu la *matière électrique* qui est passée aux *balles*. Quant à la *force expansive* du FLUIDE, ne pouvant augmenter sur une partie d'un système conducteur, par quelque cause que ce soit, sans se mettre à l'instant en équilibre dans toutes ses parties, il résulte de l'augmentation qu'elle éprouve immédiatement dans le *disque*, que

tout le *système* passe à l'état *ex* +. D'un autre côté dans le système A, c'est le *disque* lui-même qui *perd* la quantité de *fluide déférent* qui passe au *disque* du système B ; ainsi son FLUIDE *perd* une partie de sa *force expansive*, ce qui permet au FLUIDE des *balles*, qui n'éprouve pas cette modification, d'y passer en partie : celles-ci perdent donc une partie de la *matière électrique* qu'elles avaient de plus que l'*air*, et elles *divergent* moins, c'est-à-dire, que la *balle mobile* s'abaisse à un certain point : les *balles* sont donc *m* +, à un moindre degré qu'auparavant, tandis que le *disque* l'est d'avantage. Quant à la *force expansive* du FLUIDE, la diminution qu'elle éprouve sur le *disque*, devient commune à tout le *système*, qui par là est *ex* + à un moindre degré qu'auparavant.

204. Ce que je viens de dire est l'application détaillée de la *cause* aux phénomènes décrits dans l'expérience 1, dans laquelle il est vrai qu'on ne voit que les mouvements des *balles* ; effet qui se lie sans doute à la diminution de la *tension* du FLUIDE sur A, en même temps qu'elle augmente sur B ; mais ce n'est que médiatement, et les effets directs sont, que l'état *ex* = sur B, est passé à *ex* +, et que l'état *ex* +, d'A a diminué ; mais l'expérience ne montre pas directement ce qui est arrivé à la *densité* du

FLUIDE, soit à l'état que j'ai nommé *m*, comme concernant la *matière électrique* seulement. Ce sont ces modifications de *m*, qui sont le grand objet de toutes mes expériences, parce qu'elles servent à manifester la nature du *fluide électrique*, qu'on verra ressortir de nombre de phénomènes; et il en résultera en même temps, ce que j'ai fait remarquer bien des fois dans mes ouvrages à l'égard de différents phénomènes; que c'est un grand pas en physique que d'être parvenu aux *causes*, aux *agens* (dirai-je) plus ou moins immédiats des effets; car c'est le plus sur moyen de reconnaître si l'on a exactement déterminé ces derniers dans les *théories*, en leur assignant leur vraie place entre d'autres *effets* qui ne se manifestent pas immédiatement; et il conduit aussi à prévoir *a priori* d'autres *phénomènes*, et à les produire en arrangeant les circonstances suivant ce que dicte le système physique.

205. En exposant ci-devant la théorie de M. VOLTA, j'ai expliqué comment, par cette première *loi*, il était parvenu à dévoiler le mystère de la *bouteille de Leyde*. L'explication de ce phénomène découle de deux grandes idées que nous devons également à ce physicien aussi réellement distingué que célèbre: l'une découle de la *loi* précédente; c'est celle que je continue-

rai d'expliquer ; l'autre tient à la nature des substances *non-conductrices*, qui viendra se joindre à celle-là dans la suite. Nous savons déja en fait, mais la cause ne se manifestera qu'alors, que la *bouteille de Leyde* est comme une grande *source* de *fluide électrique*, qui cependant amène seulement à son *niveau* un corps, comparativement petit, qui est isolé ; mais si quelque cause vient à diminuer la *tension* du FLUIDE sur ce corps, après que la *source* est retirée, et qu'on l'y ramène, trouvant alors moins de résistance dans le FLUIDE du corps, elle peut lui en fournir une nouvelle quantité. Telle est la proposition générale de M. VOLTA, dont je vais donner la preuve et le développement par l'expérience.

206. En retournant au résultat de l'*expérience* 1, on comprend d'abord, qu'après que le voisinage du disque B a fait baisser la balle du disque A de 30° à 24°, ce qui indique une diminution de *tension* dans son *fluide*, la *bouteille* qui l'avait amenée à 30°, pourra l'y ramener de nouveau, en donnant au *disque* une nouvelle quantité de FLUIDE. Mais cet effet est borné tant que B ne perd rien, parce que la *tension* du FLUIDE y arrivant à un certain *maximum*, la perte de *tension* que fait le FLUIDE d'A est par là limitée : ou, d'après la marche des *causes*, quand le *fluide déférent*

communiqué par A à B, séjourne sur celui-ci, l'équilibre de ce *fluide* s'établit bientôt entre eux. Mais si l'on fournit au FLUIDE de B une issue vers le *sol;* ce qui lui fait perdre du *fluide déférent* en même temps que de la *matière électrique,* le *fluide déférent* d'A n'étant plus en équilibre de ce côté là, s'y porte en plus grande abondance; alors la *force expansive* de son FLUIDE éprouve une nouvelle diminution, et la *bouteille* peut lui en fournir une nouvelle quantité. En répétant le contact de B, avec une *pointe* bien affilée, pour diminuer les secousses dans la *balle* d'A, on peut porter cet effet jusqu'à un certain *maximum,* que j'expliquerai, après avoir copié ici l'une de mes expériences de ce genre, faite avec le plus de diligence et de soins; mais quoi qu'on fasse, à moins qu'on ne soit deux à observer et un troisième à écrire, la différence des temps employés entre deux suites d'expériences, ou dans une même suite entre une opération et une autre, introduit toujours des anomalies, qui cependant n'empêchent pas d'apercevoir la marche fondamentale des effets.

EXPÉRIENCE

EXPÉRIENCE III.

	Disque A.		Disque B.	
	angles.	sin. v.	angles.	sin. v.
Donné du fluide à A.	30	134	0	0
Amené B à une ligne de distance.....	25	94	18	49
Fait communiquer B au sol par la pointe....	12	22	0	0
Donné du FLUIDE à A.	30	134	10	15
Touché B avec la *pointe*.....	18	49	0	0
Donné du FLUIDE à A.	30	134	9	12
Touché B.....	19	55	0	0
Donné du FLUIDE à A.	30	134	8	10
Touché B.....	19	55	0	0
Donné du FLUIDE à A.	30	134	6	6
Touché B.....	20	60	0	0
Ecarté B.....	41	245	30	134

207. Je terminai cette expérience au point où je savais qu'en la continuant, les opérations alternatives de mettre le disque A en communication avec la *bouteille*, ou *source* du FLUIDE, puis le disque B en communication avec le *sol*, ne produisaient plus que le même balan-

cement dans leurs *balles*, sans porter plus loin les changements de leurs états, qui se manifestent dans le dernier terme, en éloignant B hors de l'influence d'A. On voit qu'alors la quantité du FLUIDE s'est augmentée sur A, du point de 30°, supposé le *niveau* de la *source* (parce que j'attendais toujours ce point pour toucher B) à 41°, ce qui fait une augmentation = 111 en considérant les *sinus verses*; et que le disque B s'est trouvé avoir subi une *perte* de FLUIDE qui a porté sa balle à 30° = 134 de la même échelle. Ici donc la *perte* de B excède le *gain* d'A; c'est ce que j'ai trouvé dans toutes ces expériences, et qui procède du *temps* qu'elles employent. Durant tout ce temps, le FLUIDE du disque A a plus de *force expansive* que celui de l'*air* et du *sol*, et même, de deux en deux pas, cet excès va jusqu'à 30°; il se perd donc constamment un peu de *fluide* dans l'air, ainsi que par le pied du disque; au lieu que sur B, la *force expansible* du FLUIDE n'est jamais au dessous de celle du FLUIDE de l'*air* et du *sol*, et même alternativement elle est plus grande; ainsi il ne peut réparer les *pertes* qu'il éprouve successivement. Cette *anomalie* a donc une cause connue, et par conséquent la *loi* qui devait être prouvée existe, savoir, que la même *source* de *fluide* qui ne pouvait porter direc-

tement sa quantité sur le disque A, qu'au point désigné par 30° d'élévation de sa *balle*, l'a portée successivement jusqu'à 41°, par la diminution de sa *force expansive*, résultante du voisinage de B, qui perdait de plus en plus du FLUIDE.

208. On voit la marche des opérations vers ce *maximum*, par la diminution des effets dans les opérations alternatives. La communication d'A avec la *source* B fait élever de moins en moins la balle de B, et la communication de B avec le *sol* fait abaisser de moins en moins la balle d'A. Quand celle-ci ne s'abaisse qu'à 20° par la communication de B avec le *sol*, et que celle de B ne s'élève qu'à 60° par la communication d'A avec la *source*, qui cependant élève de nouveau la sienne à 30°, les nouveaux changements qui arrivent réciproquement dans les *disques*, sont si lents, que le temps qu'il faut pour opérer, les empêche de s'accumuler. Cette limite procède de la manière d'opérer; car durant la communication d'A avec la *source*, B n'étant pas en communication avec le *sol*, le *fluide déférent* s'y accumule; ainsi A n'en perd pas autant, et son FLUIDE résiste plutôt à la *source*. Pour produire un plus grand effet, il faut que les *communications* respectives soient simultanées; mais cela ne se peut pas à la

distance d'une ligne seulement entre les *disques*, qui est celle de cette expérience ; car alors la différence de force expansive se trouvant de toute la différence, de 30°, sur A à O sur B, il part une *étincelle* du premier sur le dernier. J'ai trouvé que la distance à laquelle pouvaient être les *disques* pour soutenir les communications respectives simultanées sans *étincelle*, était d'environ trois lignes; mais qu'alors les effets diminuaient plus par la distance, qu'ils n'augmentaient par ce changement.

209. Pour cette expérience, plaçant les *disques* à trois lignes de distance l'un de l'autre, je mets B en communication avec la table par un fil métallique, et A en communication avec la *bouteille :* alors la *balle* de celui-ci (la bouteille étant préparée pour cela) se fixe à 30°, tandis que celle de B demeure à O : puis, aussi promptement qu'il m'est possible, j'abats le fil conducteur de B avec une baguette de verre, je retire ce disque, et j'observe. J'ai fait plusieurs fois cette expérience, et j'ai toujours eu sensiblement le résultat ci-après.

EXPÉRIENCE IV.

	angles.	sin. v.	angles.	sin. v.
A en communication avec la *bouteille*, et B avec le *sol*.....	30°	134	0	0
B ne communiquant plus avec le *sol*, et éloigné, après avoir retiré la *bouteille*.....	40°	234	22	73

210. Ainsi la distance de trois lignes entre les *disques* a permis les *communications* respectives simultanées sans qu'il partît d'étincelle; de sorte que l'élévation de la *balle* d'A, qui, dans l'expérience précédente, n'avait été qu'à 20°, tandis que B, voisin à une ligne, était en communication avec le *sol*, a été portée ici à 30°. Cependant l'effet a été moindre; car dans l'expérience 111, par la retraite du *disque* B, sa *balle* se porta à 30°, en signe de *perte*, et celle d'A à 41°, en signe de *gain*, faisant, d'après les *sinus verses*, une perte de 134 et un *gain* de 111, dont la somme est 245; et dans la dernière expérience, partant de la même échelle, la *perte* de B n'a été que 73, et le gain d'A 100, en tout 173.

211. Nous voilà bien avancés vers la théorie de la *bouteille de Leyde ;* car ce grand phénomène, si mystérieux pour le docteur FRANKLIN lui-même, quoiqu'il eût réellement découvert le fait immédiat, dépend, quant à sa cause, de la *raison* pour laquelle un corps isolé peut recevoir *plus* de FLUIDE d'une même *source*, qui pourtant n'a qu'un certain *niveau*, quand il est voisin d'un corps conducteur qui communique avec le *sol.* C'est M. VOLTA qui a assigné cette *raison* sous une forme générale, lorsqu'il a dit : que le FLUIDE d'un corps, qui ici est B, en communication avec le *sol*, éprouvant une augmentation de *tension* par le voisinage d'un corps A, qui en reçoit de la *source*, passe en partie dans le *sol ;* et qu'en même temps le FLUIDE du corps A perd cette *tension* qu'il communique à celui du corps B, de sorte que ne résistant plus à celui de la *source*, il peut en recevoir une plus grande quantité.

212. Considérant donc la nature des *fluides expansibles*, on voit d'abord que le FLUIDE du corps B doit se *raréfier*, en acquérant plus de *force expansive* et s'écoulant en partie dans le *sol ;* et que celui du corps A doit, au contraire, se *condenser* en perdant de sa *force expansive ;* circonstance qui indique le passage d'A à B de quelque substance à laquelle est due l'*ex-*

pansibilité du *fluide électrique*. C'est ce qui m'a fourni l'idée de la *composition* de ce FLUIDE, par analogie avec la *vapeur aqueuse*, et j'ai tracé la marche des effets de cette *composition* dans les phénomènes précédents. Or, on a vu par ces expériences, que les effets réciproques augmentent beaucoup à la *distance* d'une ligne, comparativement à la *distance* de trois lignes; ils doivent donc augmenter encore, quand la *distance* est réduite à celle que produit l'interposition seule de la lame de verre de la *bouteille de Leyde*, qui, sans arrêter le *fluide déférent*, comme elle n'arrêterait pas le *feu* de la *vapeur aqueuse*, retient la *matière électrique*, comme elle retiendrait l'*eau* de cette dernière *vapeur*. Ici vient se joindre l'autre découverte de M. VOLTA sur la propriété des substances *non-conductrices*, et le grand phénomène de la *bouteille de Leyde* est complétement expliqué. Mais avant que d'aller plus loin sur ce nouveau sujet, que je reprendrai bientôt par l'expérience, je dois m'arrêter un moment au langage des *électroscopes*, considéré dans les expériences précédentes.

213. Il faut fixer à l'extrémité d'une baguette de verre vernissé, l'une des pièces *h*, *i*, *f*, *g*, pl. IV, portant les *balles* des *disques*, afin de pouvoir la faire communiquer au *disque*,

et la retirer à volonté. Or, si l'on opère ainsi sur le *disque* B, dans l'*expérience* III, on trouvera ceci : que malgré les *pertes* que fait successivement ce *disque* de son FLUIDE, par les communications répétées avec le *sol*, *pertes* dont la totalité se manifeste quand on l'éloigne du *disque* A, jamais, tant qu'il est dans son voisinage, la balle ne s'élève que comme $m+$, ou comme *positive* suivant l'expression ordinaire. Voilà donc l'exemple d'un corps dont l'*électroscope* n'indique point l'état : quand il *diverge* au contact du disque B et qu'on le retire, ce qui ne change pas sa *divergence*, on le trouve *positif* par les épreuves ordinaires; et cependant on sait que le *disque* lui-même est *négatif*; ainsi les *balles* divergent comme $m+$, tandis que le *disque* est $m-$. On se tromperait donc si l'on considérait l'*électroscope* de la même manière que le *thermomètre*; c'est-à-dire, comme indiquant immédiatement l'état des corps auxquels on l'applique ; il ne l'indique qu'en un seul cas; savoir : quand un corps est éloigné de tout autre, et même il faut l'y appliquer par un long *conducteur*, circonstance dont je ne puis pas dire encore la raison. Hors de ce cas, c'est-à-dire, dès qu'il y a d'autres corps auprès de celui auquel on applique l'*électroscope*, sa fonction n'est plus que de conduire à détermi-

ner les modifications électriques qui résultent de ce voisinage, et par leur moyen, à la connaissance du FLUIDE lui-même. C'est là un langage très-complexe de l'instrument ; mais il se développera dans le cours des expériences, et je me borne à dire ici sur ce sujet, que la *divergence* des *balles* n'indique immédiatement que leur *état propre*.

SECTION II.

Expériences relatives à la BOUTEILLE DE LEYDE, *rapportées au* TABLEAU MAGIQUE, *et sur l'*ÉLECTROPHORE *et le* CONDENSATEUR.

214. C'EST encore au docteur FRANKLIN que nous devons l'invention du *tableau magique*, de même que son assimilation à la *bouteille de Leyde*; et c'est cette invention qui m'a fourni le moyen de rendre évidente la marche des effets dans le phénomène qui leur est commun. Les modifications des *lames métalliques* appliquées aux côtés opposés de la *lame* de *verre*, ou, en général, fixées à toute *lame non-conductrice*, couvrent une partie du phénomène; il fallait donc pouvoir les séparer; ce qui ne se pouvait pas à l'égard de la *bouteille de Leyde*; mais on pouvait avoir des *lames métalliques* ou *armures*, séparées et isolées pour le TABLEAU MAGIQUE, et leur adapter des *électroscopes*, pour observer ce qu'elles éprouvent, et le distinguer de ce qu'éprouvent par elles les surfaces opposées de la *lame non-conductrice*.

J'ai donné dans mes *idées sur* la *météorologie* des *expériences* sur diverses espèces de *tableaux magiques*, dont celui qui se chargeait le plus était fait d'une lame de *cire à cacheter*, incorporée dans le tissu d'une pièce de gaze, tendue dans un cerceau d'un pied de diamètre; l'épaisseur de cette lame n'excédait pas celle d'une forte carte à jouer. L'idée de cette tentative me vint à l'esprit d'après des expériences électriques que nous avions faites, mon frère et moi, en 1749, dans lesquelles nous avions trouvé que le *verre* n'était pas indispensable pour le phénomène de la *bouteille de Leyde;* qu'il appartenait à toute *lame* ou *couche* de substance *non-conductrice ;* et je voulais imiter avec la *cire* une simple lame de *verre*, ce qu'elle fit, en la surpassant même dans l'intensité des effets. Mais ces expériences sur divers *tableaux magiques* étaient faites avec de grands instruments, et je désespérai d'abord de pouvoir les introduire parmi celles auxquelles je destinais les petits appareils, que je commençai même avec des instruments plus petits qu'ils ne le sont maintenant, parce qu'ils suffisaient à toutes les autres expériences. Cependant j'essayai ensuite à quel point pourrait être réduit un TABLEAU MAGIQUE, pour produire des effets sensibles de *commotion* dans les doigts, et ayant

trouvé que $3\frac{1}{4}$ pouces en carré étaient suffisants, avec des *disques* de 23 lignes de diamètre, je changeai toutes les autres pièces dans la même proportion; ce qui me fournit en même temps l'*électrophore* et le *condensateur*, et compléta ainsi le *nécessaire électrique*.

215. Je commencerai par la description de l'appareil qui sert aux trois instruments que je viens de nommer, et qui est représenté dans la pl. v à la moitié de la grandeur naturelle dans toutes ses dimensions. Cet appareil consiste d'abord dans une baguette de verre vernissé *a*, *a*, qu'on voit de grandeur naturelle dans la *fig.* III, pl. II, et qui s'ajuste sur celui des deux pieds de laiton, *fig.* IV et V de la même planche, qui est le plus épais. Cette baguette a trois pièces d'ivoire semblables $a + b + c$, dont *a* est mobile et sert à une autre expérience; les deux autres sont fixes, et servent dans diverses expériences, en particulier dans l'appareil que je décris, pl. V, où l'une de ces pièces porte la baguette de laiton à double courbure, *b*, *c*, *d*, qui est *fig.* VI dans la pl. II; mais pour cet appareil, il faut en ôter la petite *boule a*, parce que cette extrémité, qui est interrompue en *d*, pl. V (pour ne pas élargir inutilement la planche) entre là dans la tête de bois de la baguette de verre vernissé *e*, *e*

(*fig.* VII, pl. II.) Cette baguette, qui sert à d'autres usages, est portée ici par un pied de bois plombé, l'un de ceux qui sont renfermés dans la boîte de bois, servant aussi de pied, dont j'ai parlé au §. 182, et qu'on peut voir réduite à la moitié de sa grandeur en tout sens dans la pl. X, avec les pièces qu'elle contient; le pied de la baguette de verre *e e* en est une, la plus élevée, ou le n.° 1.

216. C'est la baguette de laiton, *b*, *c*, *d*, soutenue ainsi à ses deux extrémités *b* et *d* par les deux baguettes de verre qui porte le *tableau magique f, f, f, f;* il est de verre mince, simplement vernissé de vernis *non-conducteur.* Ce carreau se trouve de grandeur naturelle en *fig.* X, pl. III; là il est retenu dans une creusure de la planche, par une boucle de petit ruban *a, a, b*, fixée à la planche par ses extrémités *a a*, et il porte en *b* une petite boucle, qui est retenue dans un creux par la pièce *c d* tournant le point *d*, et qu'on détourne pour prendre le tableau. Aux points *f, f, f, f*, des figures des deux planches sont des trous, dans lesquels passent de petits cordons de soie, auxquels sont fixés des anneaux de laiton, saillants à deux côtés opposés du *tableau;* sous celui-ci, à sa place dans le *nécessaire,* sont deux autres carreaux dont je ne parle pas en-

core, non plus que d'une autre pièce qui se trouve sur lui.

217. Les deux anneaux supérieurs du *tableau*, pl. v, reçoivent, la partie horizontale de la baguette de laiton *b*, *c*, *d*, qui doit y passer avant qu'on fasse entrer son extrémité *d* dans la tête de la baguette de verre *e*, *e*. S'il ne s'agissait que de suspendre le *tableau*, ces supports suffiraient, mais comme ainsi il pourrait balancer sur ces anneaux, il serait entraîné par l'une ou l'autre des *armures*, quand on les écarterait dans le cours des expériences. Pour prévenir cet effet, il est aussi fixé par le bas au moyen de la baguette de laiton *g*, *h*, (*figure* VIII, pl. II), interrompue aussi en *h* dans la *figure*, par la même raison que la baguette supérieure, et qui, après avoir passé par les deux anneaux inférieurs, entre à frottement en *g* dans la pièce d'ivoire inférieure de la baguette de verre *a*, *a*. Par ce moyen, le *tableau*, rendu vertical, est très-solide.

218. Les *armures* sont ces deux mêmes *disques* qui ont servi aux expériences précédentes, portant aussi leurs *balles*, et accompagnés de leur *échelle*. En retournant à la pl. IV, où l'on voit ces deux *disques* en face l'un de l'autre, *figures* I et II, on peut aisément se représenter le *tableau* placé entre eux, de manière qu'il

fût vu de tranche, et l'on comprend qu'alors on pourrait à volonté, amener les *disques* en contact avec lui, et les retirer. Dans la pl. v, on voit sur le *tableau* la place des *disques*, exprimée par un cercle ponctué *i*, et leur *tige* et *base* en *k* et *l*, *l*; ce qui est de même des deux côtés.

219. J'espère que ces pl. IV et V donneront une idée claire de l'appareil, qui sera le même, non-seulement dans toutes les expériences sur le *tableau magique*, mais dans celles qui concernent l'*électrophore*, quand le *tableau* lui-même sera passé à cet état, et pour le *condensateur*, en substituant au carreau de *verre*, un carreau de *taffetas* tenu dans un cadre de fil de laiton. On voudra bien conserver la mémoire de cet appareil, ou y avoir recours au besoin, parce que je le supposerai dans le cours des expériences, où il ne s'agira que d'approcher les *disques* au *contact*, pour agir diversement sur eux, puis d'observer les mouvements des *balles*, soit durant les opérations, soit lorsqu'on retire les *disques*, ensemble ou séparément.

220. Je dois dire ici en général, que non-seulement les appareils que je décrirai successivement comme formés par certaines combinaisons des pièces du *nécessaire*, ne sont pas

tous ceux qu'on peut en composer, soit directement, soit avec quelques additions suivant les idées qui peuvent venir à l'esprit, mais que je ne saurais rapporter sans être trop long, toutes les expériences que j'ai faites et qu'on peut faire encore avec chacun de ceux que je décris; c'est un fond presque inépuisable d'objets d'attention sur les modifications du *fluide électrique*. J'ai souvent passé bien des heures de suite à étudier les mouvements des diverses sortes d'*électroscopes* qui entrent dans ces appareils, en y variant les circonstances, où l'on suit comme à l'œil la marche du FLUIDE même, de son *fluide déférent* et de la *matière électrique*; et les *anomalies* qu'on remarque quelquefois comparativement au système général, étant bien étudiées, servent souvent à des nouvelles découvertes.

221. Je donnerai pour exemple de la variété qu'on peut produire dans les expériences par des additions aux appareils, celles qui concernent le *tableau magique*. J'aurais surchargé le *nécessaire* si j'avois voulu y renfermer toutes les espèces de *tableaux* qu'on peut construire, et qui sont cependant très-utiles pour ceux qui veulent suivre dans cet appareil les modifications produites par des causes particulières dans les causes générales. Je ne ferai qu'indiquer les différents

différents *tableaux* qu'on peut construire, tels que de *verre* nu, de *verre* couvert de *vernis*, ou d'un côté ou des deux côtés; de *verre* couvert des deux côtés, ou d'un seul côté, d'une couche mince de *cire à cacheter*, en y employant la meilleure *cire*, pulvérisée très-fine, et tamisée avec un tamis très-fin sur le verre, puis fondue en tenant le carreau au dessus d'un feu assez vif, agissant de loin; des carreaux semblables sur lesquels, avant que de tamiser la cire, on a couvert d'un cercle de papier la place du *disque*, pour la laisser nue, ou d'un côté, ou des deux côtés; d'une lame *métallique* couverte de *cire* d'un côté par la même méthode; enfin d'une lame de *verre* sur laquelle, en y passant du vernis on a appliqué intimément, par le vernis même ou par de la colle, des pièces circulaires de *feuille d'étain*, aux places que viendront toucher les *disques*, ce qui représente alors la *bouteille de Leyde*. Ce sont-là tout autant de *tableaux magiques* sur lesquels j'ai fait autrefois des expériences en grand, et on peut les faire en petit par le nouvel appareil, si l'on aime à suivre la nature dans tous ses replis. La marche fondamentale des phénomènes est toujours la même; c'est pourquoi je ne rapporterai ici les expériences que sur un seul *tableau*, celui de *verre* couvert

de cire de part et d'autre, excepté que sur l'un des côtés la place du disque était nue; et je ferai remarquer dans le cours des expériences, quelles sont les circonstances dans lesquelles la nature du *tableau* apporte des changements.

222. Quant aux phénomènes généraux, dont il s'agira principalement ici, ils dépendent des deux causes déterminées par M. VOLTA; la première fondamentale, savoir les *influences réciproques* de deux corps, l'un *électrisé*, l'autre, *non-électrisé*, dont on a vu la marche dans les expériences précédentes; l'autre concernant la nature des substances, *non conductrices*, d'après laquelle elles ne peuvent recevoir du *fluide* qu'au *contact*, ou presque *contact*; mais, lorsqu'elles l'ont reçu, il se fixe aux points de la surface qui le reçoivent, d'où il ne se propage que très-lentement. C'est de là que résulte la nécessité d'appliquer des lames *conductrices* aux surfaces *non-conductrices*; l'une des lames, au côté qui reçoit le FLUIDE par un point, sert à le répartir à toute la surface; l'autre, qui ne communique au *sol* que par un point, sert à y conduire le FLUIDE que la surface qu'il touche doit perdre, pour qu'il s'en accumule sur l'autre. Mais la distance à laquelle le FLUIDE peut passer de l'armure à la surface *non-conductrice*, ou inversement, étant très-petite, le *con-*

tact absolu étant même nécessaire dans les petits degrés d'électrisation, lorsqu'on emploie des *armures* détachées, telles que les *disques* de notre appareil, les premières modifications qu'elles éprouvent ne se communiquent point aux surfaces *non-conductrices*; et inversement, quand celles-ci sont modifiées, on ne change point entièrement cet état par les *armures*, comme on le fait par les feuilles d'étain collées sur la *bouteille de Leyde*. On verra les effets qui résultent de cette circonstance.

223. Dans les expériences suivantes, comme dans les précédentes, je nommerai A, le *disque*, ou en général le *côté* du *tableau*, qui recevra du FLUIDE, et B, le disque, ainsi qu'en général le côté du *tableau*, sur lequel s'exerce l'*influence* du côté A. Je donne le FLUIDE à A avec une *bouteille de Leyde*, considérée toujours comme une *source* ayant un certain *niveau*: j'emploie l'*entonnoir* à cette opération; et, pour enlever du FLUIDE au côté B, j'y porte la pointe de l'entonnoir, en mettant sur sa boucle un doigt de la main qui le tient; c'est afin de diminuer le balancement des balles.

224. Avant que de commencer les expériences, il faut éprouver si le *tableau* est sans modification; pour cet effet, on lui applique les deux *disques*, et on les touche simultanément:

si, les retirant ensuite, les *balles* ne font aucun mouvement, le tableau est sans modification : si elles s'élèvent, il est modifié. Alors il faut examiner laquelle des *balles* s'élève pour être *m* +; ce qui marque le côté du *tableau* qui est F —, comme on le verra quand je traiterai de l'*électrophore*; et tâcher de détruire cette modification, en redonnant un peu du FLUIDE à ce côté-là, tandis que les deux *disques* sont en contact, et que le côté opposé est en communication avec le sol; ou frotter un peu le côté qui est *m* +. Je suppose donc que l'on commence avec le *tableau* sans modification.

225. Les quantités dont les *balles* s'élèvent, dépendent de la charge de la *bouteille* qu'on applique au côté A; et, comme cela varie en diverses expériences, je copierai ici une des suites de celles que j'ai faites; ainsi il ne faut pas s'arrêter aux nombres absolus des *degrés*, mais à leurs rapports dans le cours d'une expérience. Il ne faut pas non plus considérer ces rapports comme devant toujours être rigoureusement les mêmes; car cela dépend trop du degré de contact des *disques* au *tableau*, qui peut varier d'une expérience à l'autre.

EXPÉRIENCE V.

226. Ayant mis les deux *disques* en contact avec le *tableau*, si je donne au *disque* A une quantité de FLUIDE qui fasse élever sa *balle* à 32°, la *balle* du *disque* B, s'élève à 23°. Le FLUIDE *déférent* traverse donc le *verre* sans obstacle; car cet effet est aussi subit que si le *tableau* n'y était pas; il éprouve incomparablement moins d'obstacle que le *feu*, on ne peut même y apercevoir aucune différence d'avec la transmission de la *lumière*; et, pour elle c'est seulement au travers des corps diaphanes; au lieu que le *fluide déférent* traverse avec la même facilité les corps opaques, tels par exemple qu'un *tableau* couvert de *cire noire*, que le verre nu. Ce *fluide déférent* rencontrant le disque B, augmente la *force expansive* de son FLUIDE, ce qui en fait passer une partie dans ses *balles*, elles divergent donc alors comme *m* +, tandis que ce *disque* lui-même est devenu *m* —. Cependant tout son *système* est devenu *ex* +, par le nouveau *fluide déférent* qu'il reçoit, et il n'y a de différence entre ses parties que dans la *densité* du FLUIDE, plus grande sur les *balles* que sur le *disque*. Tout le *système* est donc capable de céder du FLUIDE au *sol*; et

si je le *touche* avec la pointe, sa *balle* tombe à O, et celle du *disque* A descend à 8°. Par cette opération, le système du *disque* B est réduit à $ex =$, et comme ses balles sont garanties par le *disque* de l'action du *fluide déférent* d'A, qu'il retient, elles sont devenues $m =$; mais le *disque* lui-même est $m -$ à un plus haut degré. Le FLUIDE que ce *système* a perdu avec le *sol*, y a produit un *vide* de *fluide déférent*, et le *fluide déférent* d'A s'y est porté en plus grande abondance : or, comme dans son *système*, c'est lui-même qui a perdu immédiatement cette quantité de *fluide déférent*, et qu'ainsi la *force expansive* de son FLUIDE a diminué, il lui en a passé de ses *balles*, qui, ayant perdu ainsi de la *matière électrique*, se trouvent $m +$ à un moindre degré.

Voici maintenant des phénomènes qu'on ne pouvoit connaître par la *bouteille de Leyde*, parce qu'on ne peut pas en séparer les *armures*, et il en sera de même de tous les cas de séparation des *disques*. Dans cet état des choses, j'écarte les *disques*. La *balle* d'A s'élève à 40°, et celle de B à 22°, et par l'épreuve de la nature des divergences, cette dernière se trouve $m -$. Dès que les *disques* ont été écartés l'un de l'autre, ce disque B, perdant dans l'air la quantité de *fluide déférent* surabondante à sa quan-

tité de *matière électrique*, il se trouve alors absolument dans l'état F —, au degré indiqué par sa *balle*. Et, au contraire, le disque A réparant dans l'air la perte qu'il faisait de *fluide déférent* comparativement à sa quantité de *matière électrique*, l'élévation de sa *balle* montre le degré réel auquel il est devenu F +. J'ai déja dit, et on le voit encore ici, que c'est seulement quand les corps ne sont affectés de l'influence d'aucun corps voisin, que les *électroscopes*, dont les balles divergeant toujours immédiatement par leur quantité de *matière électrique* en + ou en —, indiquent en même temps l'état du FLUIDE lui-même sur les corps auxquels ils communiquent.

Il reste ici à comparer le degré de *force expansive* qu'*acquérait* le FLUIDE de B, à la *perte* que faisait A, quand la balle de B étant à 23°, celle d'A n'était qu'à 30°. Le *sinus verse* de 23°, suivant l'expression déja employée, est = 80, et il exprime le degré de *force expansive* qu'*acquérait* le FLUIDE de B, par le voisinage d'A. D'un autre côté, la *perte* que faisait A dans ce voisinage, se manifeste lorsqu'étant retiré, sa *balle* s'élève de 32° à 40° : or, la différence des *sinus verses* de ces deux angles, est = 82; ce qui approche de l'égalité entre cette *perte* et le *gain* de B, autant qu'on peut l'attendre

d'un genre d'épreuve tel que celui-là ; ici donc se vérifie de nouveau la théorie de M. VOLTA.

227. Si l'on compare cette expérience à la première et à la seconde, on verra que l'interposition de la lame de *verre* n'a rien changé dans la marche des effets sur les *disques ;* que ces effets sont même devenus plus grands, parce que les *disques* étaient plus voisins, sans qu'il pût partir une *étincelle* d'A sur B. Mais ce qu'il y a maintenant à remarquer, c'est que ces effets, comme on va le voir, ont été produits sur les *disques*, sans que le *tableau* y ait participé en rien, quoiqu'ils fussent en contact avec lui.

EXPÉRIENCE VI.

Je touche les deux *disques* pour rendre du FLUIDE à B, qui en avait perdu, et enlever à A celui qu'il avait acquis; ce qui fait tomber leurs *balles* à O; puis je les ramène en contact avec le *tableau*, et les balles ne font aucun mouvement ; premier signe que le *tableau* n'a point été affecté. Je touche ensuite simultanément les *disques*, toujours en contact avec le *tableau*, et les retirant, leurs *balles* ne bougent point non plus; ce qui est la preuve que rien n'a

changé à ses surfaces, comme on le verra quand je traiterai de l'*électrophore*. Ainsi, quoique le disque A, en contact avec le *tableau*, y eût reçu une quantité de FLUIDE capable d'élever sa *balle* à 40°, et que le disque B, aussi en contact, en eût perdu une quantité qui a fait élever sa balle à 30°, ni l'un ni l'autre n'ont affecté la surface *non-conductrice*; ce qui confirme aussi la théorie de M. VOLTA sur la nature des substances *non-conductrices*. Cependant il arrive quelquefois, par un degré sans doute plus intime de contact, dans une situation plus favorable des disques, que le tableau participe un peu à cette première opération.

228. Par quelques répétitions de communications alternatives du côté A à la *source*, et du côté B au *sol*, il arrive un point où la quantité de *matière électrique* accumulée sur le disque A, en fait passer à la surface *non conductrice*, et où le disque B s'en trouve assez privé, pour en enlever à la surface opposée du *tableau*; et cela peut arriver sans que les modifications opposées soient assez grandes pour qu'en touchant simultanément les deux *disques*, il se fasse une *décharge*; c'est-à-dire, qu'il repasse de la *matière électrique* de la surface A au *disque* qui la touche, et que le disque B en rende à la surface de son côté;

de sorte qu'on n'ait produit par là qu'un *électrophore.*

EXPÉRIENCE VII.

	Disq. A.	Disq. B.
Donné du FLUIDE à A.....	40°	30°
Touché B.....	8	0
Donné du FLUIDE à A.....	38	28
Touché B.....	10	0
Donné du FLUIDE à A.....	40	22
Touché B.....	10	0
Donné du FLUIDE à A.....	40	28
Touché B.....	12	0

229. Sachant, par expérience, que ce nombre d'opérations alternatives n'était pas suffisant pour produire une *décharge* sensible au doigt, je me contentai cette fois d'examiner les effets *électrophoriques.* Pour cet effet, à ce dernier terme, je retirai d'abord le *disque* A, et il s'y trouva assez de fluide accumulé pour qu'en reprenant dans l'air le *fluide déférent* qu'il perdait auparavant avec le côté B, sa balle s'élevât à 42° *m* +; et le disque B se trouva privé d'assez de fluide pour que ne recevant plus de *fluide déférent* du côté A, sa balle s'élevât de 3° *m* —. Tels sont les états opposés que les *disques* eux-

mêmes peuvent retenir ; tout ce qui les excède des deux côtés, passe à la surface *non-conductrice*, et dans ce cas elle se trouvait déja assez affectée pour produire un faible *électrophore*, comme on va le voir.

230. Je touchai alors les deux *disques*, pour rendre à B le FLUIDE qu'il avait perdu, et enlever à A celui qu'il avait acquis ; ce qui fit tomber leurs balles à O ; après quoi je les remis en contact avec le *tableau* : leurs *balles* ne firent que de petits mouvements, auxquels je ne m'arrêterai pas pour le présent : je les touchai ensuite simultanément, puis je les écartai. Alors le disque A se trouva F— à 20° et B fut en même temps F+ à 8°. J'éprouvai plusieurs fois cet état du *tableau*, toujours en touchant les *disques* séparés pour ramener les balles à O, avant que de les toucher simultanément au contact du *tableau*, et les effets furent sensiblement les mêmes. Tels sont les effets *électrophoriques* auxquels je reviendrai expressément ci-après.

231. En traitant ci-devant de la théorie de ces phénomènes, j'ai dit au §. 67, qu'il y avait une différence sensible, quant à l'intensité de la *charge* ; c'est-à-dire, de la quantité des effets opposés produits aux deux surfaces du *tableau*, entre les opérations *alternatives*, et l'opération

qui a lieu quand le côté B communique avec le *sol*, en même temps que le côté A communique avec la *source*, qui, ici, est la *bouteille*; parce que dans le premier cas, le côté B ne perdant pas du FLUIDE dans le même temps que le côté A en reçoit, le *fluide déférent* qui passe de celui-ci au premier lui demeure : le côté A perd donc moins de *fluide déférent*, et par-là son FLUIDE est plutôt en équilibre avec la *source*. C'est ce dont j'ai déja donné un exemple au §. 207, à l'égard de la simple *influence* des *disques* l'un sur l'autre. Or, comme ce n'est qu'un certain degré d'accumulation des effets dans les disques eux-mêmes, soit en acquisition, soit en perte de *matière électrique*, qui y fait participer le *tableau*, quand dans cette opération le *fluide* est parvenu à sa plus grande accumulation sur le disque A, on est arrivé à la limite de l'effet sur le *tableau*. Je vais en donner un exemple.

EXPÉRIENCE VIII.

		Disq. A.	Disq. B.
1	Donné du fluide à A.....	40	28
	Touché B.....	10	0
2	Donné du fluide à A.....	40	22
	Touché B.....	14	0
3	Donné du fluide à A.....	40	20
	Touché B.....	16	0
4	Donné du fluide à A.....	40	20
	Touché B.....	16	0
5	Donné du fluide à A.....	40	20
	Touché B.....	16	0
6	Donné du fluide à A.....	40	20
	Touché B.....	16	0
7	Donné du fluide à A.....	40	20
	Touché B.....	16	0
8	Donné du fluide à A.....	40	20
	Touché B.....	16	0
9	Donné du fluide à A.....	38	16
	Touché B.....	16	0
10	Donné du fluide à A.....	38	16
	Touché B.....	16	0

232. On voit par la durée de ces opérations, qu'il doit y en avoir eu plusieurs sans effet. Dans les deux derniers pas, la *bouteille* s'était affaiblie de 2°; mais ce qui marque le point de la limite, c'est que le côté B avait assez perdu de FLUIDE, pour que la communication de la *source* au côté A ne pût plus faire élever la *balle* au côté B qu'à 16°; ce qui est 4° de moins que dans les opérations précédentes. A ce point, la réitération des opérations ne produisait plus d'effet, parce que dans les intervalles, l'air compensait tout ce qu'on pouvait produire de plus. En cet état, le contact simultané des *disques* ne produisit qu'une petite sensation de *secousse* dans les doigts.

233. Ainsi, pour produire le *maximum* réel des modifications opposées dans le *tableau*, il faut que le côté B communique avec le *sol*, en même temps que le côté A communique avec la *source*; parce qu'alors le *fluide déférent* ne pouvant s'arrêter que peu au côté B, le côté A en perd davantage; ce qui produit une plus grande accumulation *de matière électrique* sur son *disque*, et il en passe plus à la surface du *tableau*, comme aussi la surface opposée en perd plus avec le *sol*. Voici une expérience faite avec la *bouteille* fortement chargée.

EXPÉRIENCE IX.

Le *disque* B fut mis en communication avec le sol par un fil métallique reposant sur lui et sur la table. La bouteille appliquée au *disque* A fit élever sa balle à 48°. La communication avec le sol n'était pas assez rapide par la table, pour empêcher la balle de ce côté-là de s'élever à 6° *m* +; quand je voulais tenir d'une main le *fil métallique*, et de l'autre la *bouteille*, je produisais la décharge spontanée du *tableau* et de la *bouteille*, et j'avais une forte commotion. Ce n'était donc qu'à la faveur du petit ralentissement que produisait la table, par lequel il s'accumulait un peu de *fluide déférent* au côté B, que le *tableau* soutenait cette *charge*. Lorsqu'on ôte la *bouteille*, le tableau est bientôt modifié par l'*air*; ainsi, pour éprouver tout l'effet de la décharge, il faut promptement enlever le fil de communication avec la table, au moyen d'une baguette de verre, tandis que la *bouteille* est encore en contact; puis, ôtant la *bouteille*, toucher aussitôt simultanément les deux *disques*; alors on a une assez vive secousse dans les doigts.

234. Quand la *charge* a été complète, on peut faire aussi l'opération nommée *décharge*,

par des contacts alternatifs, et les mouvements des *balles* font comprendre qu'elle est la marche du phénomène dans la *décharge* subite ; car elle est produite par les mêmes causes successives, quoiqu'instantanément à notre perception. Après la *charge*, quand on a enlevé la *bouteille* et la communication avec le *sol* par une baguette de verre, il reste encore plus d'*excès* au côté A qu'il n'y a de *défaut* au côté B ; ainsi, touchant le premier, ce qui fait tomber sa *balle* à O, on enlève un peu de FLUIDE de ce côté-là, et on en voit la borne, parce que la *balle* du côté B se relève fortement. La borne de l'effet est produite par le manque de *fluide déférent* au côté A ; il n'en a retenu que ce qui était nécessaire pour réduire le disque à l'état $ex=$, où il est en équilibre avec celui du *sol ;* au côté B, il en manque assez pour qu'il puisse retourner du FLUIDE des *balles* au *disque ;* la *balle mobile* s'élève donc comme $m-$, et ce côté est $ex-$ dans toutes ses parties : si donc on le *touche*, on lui *donne* du FLUIDE, mais ce n'est non plus que jusqu'au point de le rendre $ex=$, et de faire tomber sa *balle* comme $m=$, soit à O ; parce que le *fluide déférent* arrivé avec le nouveau FLUIDE, se partage aussitôt entre ce côté et le côté A, où la *balle* se relève comme $m+$, et tout ce côté redevient $ex+$; ce qui est

est aussi la borne de l'effet du contact au côté B. Mais alors, en *touchant* le côté A, on lui ôte du FLUIDE jusqu'à la nouvelle borne, produite par la perte que fait le côté B de *fluide déférent ;* ce qui fait de nouveau passer du FLUIDE de ses *balles* au *disque,* et la *balle mobile* se relève comme *m* —, en même temps que tout ce côté est redevenu *ex* —, et peut de nouveau recevoir du FLUIDE par le contact. Il serait inutile de suivre plus loin les opérations, on en voit assez la marche par les pas qui précédent. A chaque contact du côté A, on lui enlève du FLUIDE, et l'on met le côté B en état d'en recevoir, pour renouveler l'état *ex* + de l'autre côté. Par degrés les balles se relèvent de moins en moins au côté opposé à celui qu'on touche, et par un grand nombre d'opérations alternatives, on les réduit au même état où elles arrivent tout-à-coup, par un contact simultané aux deux côtés; c'est-à-dire, à O; mais ce n'est que pour un moment.

235. Comme au commencement de l'opération, la *charge* n'affecte pas encore le *tableau,* à cause de sa faculté *non-conductrice,* de même la *décharge* n'en peut pas détruire entièrement les modifications; ainsi le côté A retient un peu de FLUIDE, et le côté B n'acquiert pas tout celui qu'il avait perdu; et c'est ce qui produit les

effets *électrophoriques*, phénomène étonnant, mais devenu très-intelligible par la théorie de M. VOLTA, et je le suivrai maintenant d'après sa *cause*.

236. Quand un *tableau magique* a été *déchargé* comme je viens de le dire, jusqu'à réduire à *zéro* les *balles* des deux *disques*, elles ne demeurent pas longtemps dans cet état; bientôt on les voit commencer à s'élever de part et d'autre, et continuer quelque temps : 8 minutes après l'expérience précédente, la *balle* du côté A s'était élevée de 7° $m+$, et celle du côté B, de 2° $m-$; ce qui varie un peu suivant la nature des *tableaux* et d'autres circonstances. C'est ici le premier indice que le *tableau* est devenu un *électrophore*; c'est-à-dire, qu'en touchant simultanément les *disques* dans ce contact, ils seront fortement *électrisés* dans les sens contraires. La petite quantité de *matière électrique*, que le *disque* ne peut point enlever à la surface A du *tableau*, excède un peu la *perte* que le *disque* ne peut pas non plus réparer à la surface B. Le *fluide déférent* a donc aussi un *excès* à la surface A, et c'est lui qui, donnant plus de *force expansive* au FLUIDE du *disque* qui touche cette surface, en fait passer dans ses *balles*, quoique son *système* n'ait point d'*excès* de FLUIDE. Au côté B, vu la

distance, le manque de *matière électrique* laisse subsister un manque de *fluide déférent*, ce qui diminue la *force expansive* du FLUIDE dans le *disque* en contact, et lui en fait passer de ses *balles*, qui deviennent $m-$, quoique ce *système* ait déja acquis du FLUIDE par l'air : l'expérience suivante montrera ces états des *disques*.

EXPÉRIENCE X.

237. La balle du côté A étant élevée de 7° $m+$, et celle du côté B de 2° $m-$, j'écarte les disques du *tableau :* alors la *balle* du côté A tombe à O, et celle du côté B s'élève à 12° $m+$. J'ai dit qu'il y avait quelque variété dans ces résultats, et qu'ils ne se trouvent ici déterminés que parce que je continue de copier une même suite d'expériences; mais la marche générale des effets est toujours la même. On voit ici que dans le *système* du disque A, le *disque* lui-même était $m-$, quoique les *balles* fussent $m+$, puisqu'étant retiré, le *système* est F $=$, et ainsi $m=$; et que le système du disque B était F $+$, et ainsi le disque lui-même $m+$, assez fortement, tandis que les *balles* étaient à 2° $m-$; puisqu'à la retraite de ce *disque* la balle s'élève à 12° $m+$. On verra ce passage d'un état à l'autre dans l'expérience suivante.

EXPÉRIENCE XI.

238. Ramenant les deux *disques* au *contact* du tableau, sans les avoir touchés, la balle du côté A s'élève de nouveau à 7° *m* + et la *balle* du côté B retombant, se trouve ensuite à 2° *m* —. Alors je retire lentement ce dernier, faisant attention au mouvement de sa *balle*, elle retombe d'abord à O, puis elle se relève; ce n'est pas toujours au même degré que la première fois, mais c'est toujours *m* +, et en même temps la balle du côté A retombe à O, parce que le *fluide déférent* qui se portait sur le disque, passe au côté opposé du tableau.

EXPÉRIENCE XII.

239. Les disques étant séparés du *tableau*, je touche le disque B, pour réduire sa *balle* à O, comme celle d'A, puis je les ramène au contact du *tableau*. La balle d'A demeure à O et celle de B se relève à 10° *m* —. C'est ici un effet de la nature du *tableau*, dont j'ai dit que le *verre* était couvert de *cire à cacheter* des deux côtés, excepté qu'à l'un, la place du disque se trouvait sans *cire*; et dans l'expérience dont il s'agit, ce côté était A, et recevait le FLUIDE.

Or, comme le *verre* ne retient pas la *matière électrique* aussi fortement que la *cire*, la petite quantité qui en demeure de ce côté tend à se répandre, et vient s'accumuler contre la *cire* autour de l'espace circulaire; et quand elle y est arrivée, il n'y a plus autant de *fluide déférent* dans le milieu de l'espace, et le disque B en reçoit moins au travers du *tableau*; de sorte qu'il lui retourne du FLUIDE de ses *balles*, ce qui les fait diverger *m* —. C'est dans ces détails que se manifestent les différences d'effets qui résultent des différentes sortes de *tableaux*, et ils sont très-instructifs quant aux modifications des différentes espèces de substances *non-conductrices*; mais je n'en rapporterai qu'un cas, celui de changer la face où le *verre* est découvert, du côté A au côté B, ce que je ferai après avoir suivi ici les effets *électrophoriques*.

240. Réduisant les balles des *disques* à O, par la communication avec le sol, il faut ramener ces disques en contact avec le *tableau*: la *balle* A demeure à O, et la balle B se relève 10° *m* —, comme dans le dernier cas. Il faut commencer les *contacts* par le côté où la *balle* est élevée, qui ici est le côté B, ce qui fait tomber cette balle à O, et en même temps l'autre se relève. Alors on touche cet autre côté, ce qui fait aussi tomber sa *balle*, et la balle

opposée se relève : en continuant ces contacts alternatifs, les effets diminuent, et cessent enfin ; on en va voir la marche.

EXPÉRIENCE XIII.

	Disque A.	Disque B.
En commençant.....	o	10° *m* —
Touché B.....	6° *m* +	o
Touché A.....	o	6° *m* —
Touché B.....	4° *m* +	o
Touché A.....	o	4° *m* —
Touché B.....	3° *m* +	o
Touché A.....	o	3° *m* —
Touché B.....	2° *m* +	o

A ce point les effets de *contacts* deviennent très-petits, mais en les continuant rapidement aux deux côtés, on réduit enfin les *balles* à O, et voici le produit de ces opérations. En retirant d'abord le disque A seul, il se trouve F — à 34° —. La *balle* du disque B, demeuré au contact du *tableau*, ne se relève qu'à 10° *m* + ; mais en retirant le *disque*, ce qui exige un peu d'effort, il se trouve F + à 40°. On se rappellera que j'emploie toujours le signe F, quand les corps sont hors du voisinage d'autres corps ; parce que c'est alors que les *électroscopes* indi-

quent directement leur état quant à la quantité de *fluide électrique*, comparativement à l'état *actuel* du *sol*; et l'*air* étant supposé dans le même état, c'est aussi la quantité de *matière électrique* comparativement à lui; ce qui fait que les *divergences* électroscopiques sont proportionnelles aux quantités de *fluide* sur les corps, si, comme je l'ai dit au §. 212, les *balles* en sont assez éloignées.

241. Voilà donc le disque B rendu F +, à un degré presque aussi grand que par le contact de la *bouteille* qui avait produit la charge du *tableau*; mais en même temps le disque A a perdu assez de FLUIDE pour être rendu F — à 34°. On conçoit que dans chaque contact de B, tandis qu'il était réduit à l'état *ex* —, il a reçu du *sol* un peu de FLUIDE, qui, partageant son *fluide déférent* avec le côté A, le rendait *ex* +. *Touchant* donc alors celui-ci, il perd un peu de FLUIDE avec le *sol*; et, comme il enlève alors plus de *fluide déférent* au côté B, il y renouvelle l'état *ex* —, ce qui le rend capable de recevoir du *sol* une nouvelle petite quantité de FLUIDE; effets qui diminuent par degrés, tellement qu'enfin l'état *ex* = s'établit aux deux côtés du *tableau*. Retirant alors le disque A seul, l'état où il a été réduit successivement se manifeste d'abord; il a perdu assez de FLUIDE

pour être arrivé à l'état F — à 30°. Tandis que le disque B demeure en contact avec le *tableau*, il ne manifeste pas tout ce qu'il avait acquis, parce qu'il participe au manque de *fluide déférent* sur ce côté du tableau ; mais quand il en est séparé, recevant dans l'air la quantité de *fluide déférent* qui appartient à celle de sa *matière électrique* acquise, il se trouve F + à 40°.

242. Cependant rien n'a changé dans l'état du *tableau*, comme on le verra par l'expérience suivante.

EXPÉRIENCE XIV.

Touché les deux *disques* séparés, pour réduire leurs balles à O, et en les ramenant au contact du *tableau*, leurs *balles* se trouvent dans le même état qu'avant l'opération précédente. Ici la balle A reste à O, et la balle B se relève de 10° *m* —. Il en est de même dans quelque état que reste le *tableau* après la *décharge* jusqu'à O des deux *balles* : mais, comme je l'ai dit, ces états varient avec différents *tableaux*.

243. Toutes les opérations successives de l'expérience XIII, peuvent être réduites à une seule, par le contact simultané des deux disques, et l'effet final, produit par une succession plus

rapide des mêmes effets alternatifs, est le même.

EXPÉRIENCE XV.

La balle du côté A étant donc à O, et celle du côté B à 10° *m* —, je touche les deux *disques* à la fois, ce qui réduit aussi à O la balle B, et je sépare les deux *disques*. Alors encore A se trouve à 34° F — et B à 40° F +.

244. La lame *non-conductrice* retient donc le résidu de modifications opposées provenant de la *charge*, après une *décharge* jusqu'à réduire les balles des deux côtés à O. Le contact répété bien des fois, des disques contre le *tableau*, ne change rien à ces *résidus*, qui ne sont détruits que par le contact de l'*air*. L'*électrophore* n'agit donc sur les *disques* que par le *fluide déférent*, le reste de leur modification, quoique très-grand, est produit par le *sol*.

245. L'*électrophore* ordinaire produit ses effets par la même cause; sur lui elle résulte du *frottement* de la lame *non-conductrice* à sa surface libre, qui lui enlève du FLUIDE, si sa surface opposée, couverte d'une *armure*, communique avec le *sol*; car cette surface en reçoit du FLUIDE. A ce premier moment, si le frottement a été bien efficace, il se fait une petite *décharge* par le double contact; puis l'*élec-*

trophore se réduit à l'état où le *disque* mobile, ou *chapeau*, qui, par le double contact, se trouve F +, n'y change plus rien. C'est l'*air* aussi qui détruit la modification de cet *électrophore*, mais il la produit plus lentement que sur le *tableau*, parce qu'une des surfaces reste couverte de son *armure*, qui ralentit les effets de l'*air*, plus efficaces, quand il agit sur les deux côtés à la fois.

246. Il ne me reste sur ce sujet qu'à rapporter en abrégé les résultats de la même suite d'expériences, faites sur le même *tableau*, mais en changeant sa position, plaçant en A (c'est-à-dire, au côté qui reçoit la FLUIDE) le côté du *tableau* qui était entièrement couvert de *cire*, et appliquant le *disque* par lequel le FLUIDE du côté opposé doit s'écouler vers le *sol*, soit B, à la partie de ce côté où le *verre* était nu.

EXPÉRIENCE XVI.

Dans cette position, le côté B étant en communication avec le *sol*, quand j'appliquais la *bouteille* aussi fortement chargée au côté A, la balle de B ne s'élevait que de 2° *m* +, et retombait aussitôt que la bouteille était retirée. Il n'y avait pas de différence dans la force de la

décharge, mais le tact n'est pas un juge bien précis. Les *balles* étant réduites à O des deux côtés, par un peu de durée du double contact, le tableau devient aussi *électrophore*.

Au bout de 8 minutes, la balle du côté A s'est élevée à 5° *m* +, et celle du côté B à 2° *m* —: puis, en retirant les deux *disques*, la balle A s'est trouvée à 4° *m* —, et la balle B à O. Voilà qui est sensiblement différent du cas précédent (§. 235) dans lequel, à la même période, la balle A fut réduite à O, et la balle B s'éleva à 12° *m* +. Ayant touché les *disques* avant que de les ramener au contact du *tableau*, quand ils y ont été, la balle A s'est d'abord abaissée à O, puis relevée à 3° *m* —, et celle de B est venue à O: elles ont fait les mêmes mouvements pour revenir, A à 3° *m* +, et B à 3° *m* —, quand elles ont été en contact. Voilà qui est sensiblement différent de l'état correspondant (§. 237) où A se trouvait à O, et B à 10° *m* —.

A ces symptômes différents, s'est trouvé lié un plus grand effet *électrophorique*. Ayant touché simultanément les deux *disques* au contact du *tableau*, et les ayant retirés, A s'est trouvé F — à 40°, et B, F +, à 44°. Dans le cas correspondant (§. 239), A n'était F — qu'à 34° et B, F + qu'à 40°.

Après cette opération, et ayant amené les

balles des *disques* à O pour les remettre en contact avec le *tableau*, la balle A s'est relevée à 4° *m* + et la balle B à 2° *m* —. Ainsi l'état du *tableau* n'avait pas sensiblement changé, et conservait sa différence d'avec l'état correspondant de la première suite d'expériences.

247. Ces différences résultantes d'une différente manière d'employer le même *tableau*, quand les côtés sont différents, peuvent donner une idée de celles qui ont lieu entre différents *tableaux* dans la période des effets *électrophoriques*. Mais quant aux phénomènes, tant de la *charge* et *décharge*, que dans ce qui constitue l'*électrophore*, la marche est toujours la même.

248. Je viens maintenant au *condensateur*, ce bel instrument inventé par M. VOLTA, dont les phénomènes, non moins étonnants que ceux de l'*électrophore*, ont un rapport plus direct avec ceux du *tableau magique*, car on les verra se ranger sous la même loi, et dépendre de la même *cause*.

249. J'ai dit au §. 217, que l'appareil du *condensateur* était le même que celui de la pl. v, parce qu'il suffisait de substituer au *tableau*, un carreau de *taffetas*, tendu dans un cadre de fil de laiton, et qui, comme le *tableau*, a de petits anneaux à deux des côtés

opposés; il se trouve dans le *Nécessaire*, placé sous le *tableau*, pl. III, *figure X*.

250. L'usage du *condensateur* est d'accumuler sur quelque corps, beaucoup de FLUIDE, quoique par une *source* dont le *niveau* est *très-bas*, pourvu qu'elle ait beaucoup d'*étendue*. Telle est quelquefois l'*atmosphère*, c'est-à-dire, lorsqu'une de ses couches qu'un conducteur ou un cerf-volant peut atteindre, diffère si peu de l'état électrique de la couche inférieure, qu'elle ne donne que des signes presque imperceptibles au plus sensible *électroscope*, et qui cependant, si l'on fait communiquer le bas du conducteur à un *disque* placé sur le *condensateur*, y versant du FLUIDE sans *s'affaiblir*, peut y accumuler de la *matière électrique* au point de lui faire produire de fortes étincelles. Or la *bouteille de Leyde* est une source de ce genre, quoiqu'à un bien moindre degré, parce qu'elle s'affaiblit pourtant ; mais elle suffira pour donner un exemple de l'effet du *condensateur*; car lorsqu'elle est déchargée au point qu'il n'y reste qu'un très-petit *excès* au côté *intérieur*, elle peut communiquer longtemps ce même *excès* à d'autres corps, parce qu'il se renouvelle, par le FLUIDE que la main rend à l'*extérieur*, à mesure que l'*intérieur* en perd. Ce sera donc de cette *source* de FLUIDE, *éten-*

dué, mais qu'on peut réduire à un *niveau très-bas*, qu'il s'agira dans les expériences suivantes.

251. Après avoir déchargé une *bouteille*, je touche un de mes *disques* avec son bouton, pour voir à quel point il fait élever la *balle*, si c'est beaucoup plus d'1, je touche la table avec ce bouton; et je répète ce contact jusqu'à ce que la *bouteille* ne fasse plus élever la balle du *disque* que d'1 à 2. C'est-là, une *source* de FLUIDE bien faible; car dans cette situation de la *balle mobile*, en s'écartant de l'autre d'une si petite quantité, elle ne s'élève pas sensiblement. Je place alors les deux *disques* contre le *taffetas*, à l'opposite l'un de l'autre; je touche le disque A avec la *bouteille*, puis je touche B avec mon doigt, et je répète ces opérations alternatives pour observer les mouvements des *balles* : voici la marche de ces effets.

EXPÉRIENCE XVII.

252. Appliquant d'abord la *bouteille* au côté A, sa *balle* s'élève de la même quantité dont elle le faisait quand le *disque* était isolé; cette quantité n'était que d'1° dans l'expérience que je copie (Je ferai remarquer ici que pour cette

expérience, il faut ajuster les *balles mobiles*, de manière qu'avant de commencer l'opération, elle pendent presque au contact des *balles fixes*, ou au contact même, sans s'appuyer contre elles). L'action de la bouteille sur le côté A, fait aussi élever d'1° (sensiblement) la balle du côté B. Je touche ce côté pour le mettre en communication avec le *sol*; sa *balle* tombe à O, et celle d'A en revient très-près. Je touche de nouveau A avec la *bouteille*, ce qui fait relever sa *balle* à 1°, et celle de B presque autant : Je touche de nouveau celui-ci, sa *balle* retombe à O, et celle d'A en s'abaissant, s'en approche un peu moins. Cette opération est fort longue, car il faut répéter bien des fois les contacts alternatifs pour que les petits mouvements qui restent ne changent plus. A chaque application de la bouteille au côté A, la balle s'y élève bien toujours à 1°, mais au côté B, la balle s'élève de moins en moins. De même à chaque contact du côté B, sa *balle* retombe bien à O, mais la *balle* du côté A s'abaisse de moins en moins; et quand il n'y a plus que des mouvements presque insensibles des deux côtés, le changement ne peut pas aller plus loin. Ecartant alors les *disques*, A se trouve F + d'environ 40°; et B, F — d'environ 30°. Cela varie un peu en différentes répétitions,

suivant le contact du *taffetas* (Je suppose toujours un temps *très-favorable*).

253. L'effet produit ici ne doit pas être considéré, non plus qu'au côté A du *tableau*, et B de l'*électrophore*, comme une accumulation du *fluide électrique* lui-même, mais seulement de la *matière électrique* : il lui arrive comme à l'eau de la *vapeur aqueuse*, qui viendrait toucher le *disque* moins *chaud* qu'elle. L'interposition du *taffetas* a l'effet général d'empêcher que du FLUIDE qui ne jouit que d'un petit degré de *force expansive*, tel que celui de 2 à 3 degrés de l'électroscope, ne puisse se communiquer du côté A au côté B. Alors l'effet de la perte que fait B d'une partie de son FLUIDE avec le *sol*, à cause de la perte de *fluide déférent* que fait le nouveau FLUIDE à mesure qu'il arrive au côté A, empêche la *force expansive* de celui-ci de s'élever au dessus de celle de la *source*, et c'est ainsi que la *matière électrique* s'accumule de ce côté. Le *maximum* d'effet est produit, quand B a perdu assez de FLUIDE avec le *sol*, pour que le *fluide déférent* qui arrive avec le nouveau FLUIDE au côté A, ne puisse plus élever sensiblement la *force expansive* du FLUIDE à ce côté B, au dessus d'*ex* =, c'est-à-dire, de celle du FLUIDE sur le *sol* ; parce qu'alors ce *disque* ne peut plus en perdre ; et par,

par là, n'y ayant plus de perte de *fluide déférent* de ce côté là, la *force expansive* du FLUIDE sur A arrive au niveau de celle de la *source*, qui est 1°, et l'équilibre est établi. Mais quand on écarte les *disques*, B, perdant dans l'air l'excès de *fluide déférent* qu'il possédoit dans ce contact comparativement à sa quantité de *matière électrique*, et A y acquérant tout celui qui appartient à la quantité de matière *électrique* accumulée sur lui, on voit par les mouvements des *balles*, quel a été l'effet de l'opération; et on le trouvera très-grand, si l'on considère que le *sinus verse* de 30° est = 134, et celui de 40° = 234, comparativement au *sinus verse* d'1°, qui n'est qu'une très-petite fraction.

EXPÉRIENCE XVIII.

254. Cependant les effets sont plus grands encore, comme dans la *charge* du *tableau magique* (car la *condensation* est une espèce de *charge*) lorsqu'on met le côté B en communication avec le *sol*, en même temps que le côté A communique avec la *source*; et la cause en est la même, c'est-à-dire, parce que le *fluide déférent* qui passe d'A à B, ne s'arrête plus sur celui-ci durant l'action de la *source*, et qu'ainsi le premier en conservant moins, son FLUIDE

résiste moins à la *source*. On peut mieux juger par les sens, dans le *condensateur* que dans le *tableau* (je parle des opérations avec ces appareils du *Nécessaire*) que les effets sont successivement alternatifs dans les contacts simultanés aux deux côtés, et cela par le temps qui s'écoule pour produire le *maximum*, c'est-à-dire, pour que la balle du côté B soit fixe à O, tandis que celle du côté A est élevée au point où la bouteille la tiendrait étant appliquée au disque seul. Car là, se borne le pouvoir du *condensateur*, comme il arrive sur le *tableau magique*, et même sur l'*électrophore*, quand les balles sont réduites à O des deux côtés. En donnant donc le temps suffisant, et avec la bouteille à 1° seulement, il m'est arrivé de voir la balle d'A se porter jusqu'à 50°, au moment de la séparation, et celle de B à 40°. J'ai éprouvé même quelquefois tout-à-coup une *commotion* dans les mains, quand je tenais mon doigt contre le disque B pour servir de communication au sol; alors la balle A retombait à O, et si j'écartais d'abord ce *disque*, je n'y trouvais aucune accumulation de FLUIDE.

EXPÉRIENCE XIX.

255. Le *condensateur* de *taffetas* montre plus distinctement que le *tableau magique*,

pourquoi, à la séparation des disques, l'état F + du disque A, excède l'état F — du disque B, si, avec le degré précédent de *condensation*, on retire d'abord le disque A, il est indifférent de retirer en même temps le disque B, ou de le laisser contre le *taffetas*; le premier est toujours 50° + et le dernier 40° —. Mais si l'on sépare B le premier, qui se trouve toujours 40° —, A, demeuré en contact avec le *taffetas*, n'indique que 40° +; en le séparant, on sent qu'il adhère au *taffetas*, et ce n'est qu'après qu'il est séparé qu'on voit sa balle s'élever à 50°. Le taffetas a donc perdu lui-même du FLUIDE, ce qui n'influe pas sur le disque B quand il demeure en contact, parce qu'il est dans le même état; mais quant au disque A, s'il reste en contact avec le taffetas, qui a perdu du FLUIDE, et qui, étant *non-conducteur*, n'en peut reprendre que lentement, le *fluide déférent* du *disque* même étant employé en partie de ce côté là, son FLUIDE a moins de *force expansive*, et il en passe moins à ses *balles* : il faut donc le séparer du *taffetas*, pour reconnaître, par le mouvement de la *balle*, la quantité du FLUIDE qui s'est accumulée sur lui.

256. Il y a d'autres espèces de *condensateurs* produits par des substances *lentement conductrices*, tels que le *marbre*, et le *bois sec*; un

simple *intervalle* entre les *disques* produit aussi cet effet, comme dans l'expérience III. La raison en est la même, car il s'agit toujours de diminuer assez la *force expansive* du FLUIDE qui arrive sur le disque A, par la perte de son *fluide déférent*, pour qu'il ne puisse, ou passer aux surfaces *lentement conductrices* quoiqu'en contact, ou franchir l'espace qui le sépare d'un conducteur. Mais ces *condensateurs* ne sont pas si propres que les *tissus de soie* à analyser la marche des effets dans la *condensation;* j'ai donné quelques détails à cet égard au §. 316, de mes *idées sur la météorologie.*

257. On a vu, j'espère, dans cette suite d'expériences sur le *tableau magique*, l'*électrophore* et le *condensateur*, que les *lois* de la *théorie* de M. VOLTA, sont une *généralisation* très-exacte de leurs phénomènes, et que mon *système* sur la nature du *fluide électrique*, rend précisément compte de ce qui produit ces phénomènes, suivant les *lois* déterminées par cet habile physicien.

SECTION III.

*Expériences relatives à l'*INFLUENCE *qu'exercent les uns sur les autres, les corps semblablement électrisés; faites en vue de la question, si le* FLUIDE ÉLECTRIQUE *ne réside qu'à la* SURFACE *des* CORPS CONDUCTEURS, *ou s'il les pénètre; avec quelques expériences sur le* VERRE *dans le même but.*

258. La question que je vais traiter naît de l'observation connue, que les quantités de *fluide électrique* dont la présence ou l'absence constitue sur les corps isolés l'*excès* ou *défaut* comparativement à l'état actuel du *sol*, sont entre elles dans le rapport des *surfaces*, et non des *masses;* ce qui semblerait indiquer, que ce *fluide* ne réside qu'à la *surface* des corps. Il y a diverses manières de démontrer ce fait fondamental, mais j'en choisirai une qui, par sa marche, conduit à une première conséquence relative à cette question. Ce sera par les *influences* qu'exercent réciproquement l'un sur l'autre

deux corps semblablement *électrisés*, et par celles qu'exercent aussi les unes sur les autres, les parties d'un même corps, suivant sa forme.

259. Il faut choisir pour ces expériences un temps particulièrement favorable, pour que les *électrisations* actuelles se conservent, de sorte que des changements à cet égard se mêlent le moins possible à ceux qu'on doit déterminer. Dans le cours des expériences que je rapporterai, le temps était très-favorable, et je ne commençais les expériences que par des électrisations de 30° F +, pour que les dissipations inévitables fussent moins rapides. Je préparais la bouteille à un degré de charge qui produisît ce degré avec peu d'excès, attendant, pour commencer les observations, que l'électroscope du corps électrisé, fût exactement à 30°, et je donnais le FLUIDE avec l'entonnoir §. 197, pour diminuer les balancements des *balles*, qui font perdre du temps. Il s'agira encore ici du même appareil que pour les expériences précédentes, savoir les deux disques portant leurs *électroscopes*, et placés en face l'un de l'autre; mais ici une même *électrisation* sera commune à tous deux, en les observant d'abord à environ 6 pouces de distance l'un de l'autre, puis éprouvant les effets qui résulteront de leur approche; mais je commencerai par une expérience

dans laquelle un des *disques*, que je nommerai encore A, fut électrisé seul au commencement, et partagea ensuite son *électrisation* avec l'autre qui sera B.

EXPÉRIENCE XX.

260. Les *disques* étant écartés, je donnai du FLUIDE à A, le rendant F + 30°. En approchant B, sa *balle* s'éleva graduellement comme à l'ordinaire, et celle d'A s'abaissa. Je portai le rapprochement des *disques*, bien parallèles l'un à l'autre, au plus haut point où je savais qu'il ne partirait point encore de FLUIDE d'A sur B, et la distance étant arrivée à moins de $\frac{1}{3}$ ligne, la balle d'A avait baissé à 23°, et celle de B s'était élevée à 21°. Je retirai aussitôt B, sa balle revint à O, et celle d'A se releva à 30°; ainsi il ne s'était fait de changement que par la communication du *fluide déférent* d'A à B, et le premier avait conservé son *excès* de *matière électrique*. On voit distinctement ici pourquoi, malgré ce peu de distance, le passage du FLUIDE ne s'opérait pas; c'est que l'excès de *matière électrique* possédé par A, perdait, par la diminution de son *fluide déférent*, une grande partie de sa *force expansive*; ce qui réduisait sa *balle* de 30° à 23°, et qu'au contraire par l'acquisi-

tion de ce *fluide déférent* que perdait A, l'augmentation de *force expansive* du FLUIDE sur B, portait sa *balle* de O à 21°; de sorte que la différence des *forces expansives* étant réduite au rapport de 23 à 21, il ne pouvait point partir d'*étincelle*.

EXPÉRIENCE XXI.

261. Rapprochant les *disques* l'un de l'autre, je fixai mon attention sur leurs *balles*, au moment où le contact entre eux était prêt à arriver; et je n'aperçus que la continuation des mêmes mouvements, sans aucun saut au moment du contact; la balle A continuant de s'abaisser, s'arrêta à 22°, et la balle B, continuant de s'élever, arriva aussi à 22°; mais alors quand je séparai les *disques*, les deux *balles* s'abaissèrent à 16°; puis en rapprochant les disques au contact, elles s'élevèrent de nouveau l'une et l'autre à 22°; ce que je répétai plusieurs fois; sans autre différence dans les résultats que celle qu'on pouvait attendre d'un peu de dissipation de l'électrisation.

262. Si l'on évalue maintenant les deux *forces expansives*, en prenant les *sinus verses* des *angles*, on trouvera que le *sinus verse* de 16° étant = 39, celui de 30° est = 73, bien près du *double*. Or, quelle est la circonstance immédia-

tement opérante dans ce changement ? C'est que les *disques*, qui, étant séparés, ont 4 surfaces libres d'égale étendue, n'en ont que deux quand ils sont diamétralement réunis. Et nous voyons ainsi, que ces surfaces étant réduites à la *moitié*, la quantité proportionnelle du FLUIDE, sur les nouvelles *surfaces* est presque *double*. On peut même la considérer généralement comme *double*, quand la *surface* est réellement réduite à la *moitié*; car ici nous avons des parties qui conservent la même étendue, savoir les *bourrelets* des *disques*, et les pièces qui composent les *électroscopes*; ce qui rend compte de la différence entre 78, qu'on devrait trouver comme *double* de 39, et 73.

EXPÉRIENCE XXII.

263. Voici une suite d'observations faites après une seule *électrisation* des *disques*, l'un et l'autre F + 30°, en les rapprochant au contact, puis les écartant, alternativement; les *électroscopes* marchaient si également, que n'observant que les degrés entiers, il n'y eut aucune différence dans leurs marches, ainsi je n'aurai besoin que d'une colonne pour indiquer la marche de l'expérience; j'y placerai les *degrés* et leurs *sinus versés*, et j'ajouterai dans

une autre colonne, le double des *sinus verses* des *angles* quand les *disques* étaient *séparés*, pour qu'on puisse les comparer immédiatement avec les *sinus verses* des *angles*, quand les disques étaient *réunis*. Le dernier terme de la table, comparé au premier, montre la dissipation, qui s'était faite du FLUIDE durant l'expérience. Chaque couple d'observations fournit une expérience particulière sur les *disques* séparés et réunis.

	degrés.	sin. ver.	double des premiers sin. v.
Chargez les disques séparément.....	30	134	
Approchez au contact..	41	245	268
Ecartez les disques....	29	125	
Approchez au contact..	40	234	250
Ecartez.....	28	117	
Approchez au contact..	37	202	234
Ecartez.....	26	101	
Approchez au contact..	36	191	202
Ecartez.....	26	101	
Approchez au contact..	34	171	202
Ecartez.....	24	86	

264. Les nombres de la troisième colonne,

sont sans doute plus grands que ceux auxquels ils doivent être comparés dans la seconde ; mais il faut d'abord considérer, que dans le cours des 11 mouvements du disque, l'électrisation a diminué de 6° ; ainsi elle diminuait au moins de $\frac{1}{2}$ entre l'observation des disques *séparés*, et celle des disques *réunis* à chaque période, quantité dont l'addition à la seconde colonne rapprocherait les nombres comparés. Et si alors on fait attention à ce qu'il s'en fallait qu'à la réunion des *disques*, les *surfaces*, fussent réduites à la *moitié*, on trouvera en général, que si les *surfaces* étaient réellement réduites à la *moitié*, la quantité proportionnelle de l'*excès* du FLUIDE sur la surface restante serait *double*. On ne peut pas faire l'expérience sous cette forme, qui exigerait des disques minces et sans bourrelets; parce qu'outre que le FLUIDE se dissiperait bientôt par des bords minces, il resterait toujours les appareils des *électroscopes*, dont la surface ne diminuerait pas.

265. Maintenant d'après le fait ainsi démontré, que l'*électrisation* des corps devient *double*, quand leur *surface* est réduite à la *moitié*, peut-on conclure directement que le *fluide électrique* ne réside qu'à la surface des corps? Voici une considération fournie par les expé-

riences précédentes, qui empêche cette conclusion. Ce que nous mesurons ici par les *mouvements électroscopiques*, n'a aucun rapport avec la *quantité absolue* du FLUIDE; il ne s'agit que de son *excès* sur la quantité actuelle dans le *sol* et dans l'*air*, que je suppose la même; et il en serait de même s'il s'agissait de *défaut*. Or, nous voyons dans ces expériences la marche de la cause qui *double* enfin l'*excès*, quand les surfaces sont réduites à la *moitié*, parce qu'elle opère graduellement avant que le *maximum* arrive : c'est le *fluide déférent* de chaque *disque*, qui, augmentant la *force expansive* du FLUIDE sur la *face* que l'autre *disque* lui présente, en fait passer de plus en plus à la *face* opposée, tellement que lorsqu'ils sont réunis, aucune partie de l'excès ne reste à ces *faces*; cette quantité est toute transportée sur les faces opposées.

266. Supposons donc qu'au commencement de l'expérience, avant que de donner aux *disques* une nouvelle quantité de FLUIDE, il y en ait autant dans leurs pores qu'à leur *surface*: le nouveau FLUIDE les environnant aussitôt, son *fluide déférent* les pénètrera, et il augmentera la force expansive du fluide intérieur. Or, plus il arrivera de nouveau FLUIDE, plus il apportera de *fluide déférent*; par conséquent

il augmentera proportionnellement la force expansive du FLUIDE intérieur : de sorte que celui-ci ne permettra jamais à aucune partie sensible de la nouvelle *matière électrique* de pénétrer dans les *pores*. Puis donc que tous les phénomènes observés dans ces expériences doivent être les mêmes, soit qu'il y ait, soit qu'il n'y ait pas du *fluide électrique* dans les pores des corps, on ne peut rien en conclure à cet égard. Cependant, c'est-là une question, qui peut avoir de l'importance en physique ; car si le fluide électrique réside dans les corps, il ne peut pas y être indifférent aux modifications chimiques qu'ils éprouvent, soit dans la nature, soit par l'art; et nous ne pouvons rien en savoir directement, car pour les corps qui sont en contact entre eux et avec le sol, si le *fluide électrique* pénètre leurs pores, il n'y a plus de raison pour qu'il y demeure en même quantité, parce que l'équilibre peut s'établir constamment de l'intérieur à l'extérieur par les communications conductrices entre eux. Il faut donc considérer tous les phénomènes du *fluide électrique* sur les corps *isolés*, et il en est un très-remarquable, quant à la distribution de la *matière électrique*, sur les mêmes corps, suivant leur *forme*, sans *influence* étrangère; c'est celui auquel je viens maintenant.

267. J'ai décrit aux §§. 372 et suivants de mes *idées sur la météorologie*, une expérience d'où il résulte, que lorsqu'on *donne*, ou enlève du FLUIDE à un *disque*, le changement qui arrive dans la quantité de la *matière électrique* à sa *surface*, est le plus grand à sa *circonférence*, et qu'il va en diminuant jusqu'au *centre*, où il peut même devenir *nul*. Mes principales expériences sur cet objet furent faites en suspendant de petites *plaques* métalliques devant un *disque*; de manière qu'elles participassent à son électrisation : ces *plaques*, par leur degré d'*écartement* du *disque* électrisé, indiquaient son état quant à la quantité proportionnelle de *matière électrique* au point devant lequel elles se trouvaient. Le *disque* avait 8 pouces de diamètre, les *plaques* $\frac{1}{4}$ de pouce; et avec ces dimensions, je pouvais charger assez fortement le *disque*, sans qu'il arrivât de la *matière électrique* dans la partie *centrale* occupée par la plaque; elle n'y faisait point de mouvement, tandis qu'elle s'écartait fortement aux *bords*.

268. C'est-là une des expériences auxquelles je désespérais d'abord que mes petits appareils fussent propres; la *plaque* ne pouvant pas être plus petite, parce qu'elle devait tenir tendus les fils conducteurs; or, avec des disques dont le diamètre est moins de deux pouces, la partie

centrale occupée par la *plaque* me paraissait devoir participer sur ses bords aux changements de quantité de la *matière électrique*. Cependant ayant fait des essais, je trouvai que par une certaine forme de l'appareil, et en ne donnant que de petits degrés d'*électrisation*, je pouvais produire tous les phénomènes de mon grand appareil ; et c'est ce que j'ai exécuté.

269. Il faut employer à ces expériences celui des deux *disques* qui a de petits *canons* verticaux, soudés aux extrémités de son diamètre horizontal ; c'est le disque *figure* II, pl. III, où l'on voit la place de ces petits *canons*, marquée par des lignes ponctuées : ils sont destinés à recevoir les extrémités *h*, *h* d'une pièce courbe de fil de laiton, placée en *h*, *g*, *g*, *g*, *h*, sur le *tableau magique*, *figure* X, de la même planche ; la forme de cette pièce ressemble à la section d'un gobelet. La *figure* I, pl. VI, représente le *disque*, surmonté de cette pièce, dont le haut sert de *tringle*, pour y faire mouvoir un crochet auquel pend la petite *plaque*. On voit tout ce qui appartient à celle-ci, de grandeur naturelle, dans la *figure* IX : pl. II ; c'est-à-dire, la *plaque a*, son crochet *b*, et ses fils, *c*, *c*. Cette pièce est placée dans le *Nécessaire* sur une planchette A, A, A, A, dessinée séparément au dessous de la grande planche ;

comme en étant tirée; elle s'y loge dans une cavité, à la place marquée par les mêmes lettres aux angles d'un parallélogramme ponctué, et là elle couvre d'autres instruments. La petite *plaque* est retenue dans un creux, par une pièce tournante, qui vient appuyer sur elle; et, ne pouvant alors se déplacer, le double crochet *b* ne peut pas non plus sortir des trous dans lesquels il se trouve. C'est par ce crochet que la *plaque* est suspendue à la *tringle;* et, pour la faire mouvoir, on emploie un petit *archet a, b, c, d, figure* x, de la même pl. dans le parallélogramme ponctué. Cet *archet* est formé d'une baguette de baleine, dont la courbure *a* pour corde une soie, fixée en *b, c :* on pose cette soie transversalement sur la tringle; et, la faisant glisser latéralement, on entraîne le crochet de la *plaque,* qui peut passer ainsi le long du diamètre horizontal du *disque.* La boucle de soie *a* de l'*archet* sert à une autre expérience. La *plaque,* en passant devant le *disque,* doit le raser sans s'appuyer contre lui. Pour cet effet, les extrémités des branches de la *tringle* ont un peu de courbure, et ainsi il faut chercher le sens suivant lequel elles doivent entrer dans les petits *canons* du disque; si alors la *plaque* ne le rasoit pas, il faudrait l'amener à ce point par des cartes placées convenablement

nablement sous la base du disque. Les fils de la *plaque* étant métalliques, elle participe directement à l'*électrisation* de l'appareil, dans quelque situation qu'elle se trouve, au *centre*, comme on la voit en traits continus dans la *figure*, ou à l'un des *bords*, comme elle est aussi représentée par des traits ponctués. Ces fils, qui sont d'argent recuit, sont très-délicats; un rien les courbe, mais avec un peu de patience et d'adresse on les redresse aisément.

270. Tel est l'appareil, destiné aux expériences que je vais maintenant décrire.

EXPÉRIENCE XXIII.

Quand la *bouteille* avec laquelle on opère est trop chargée pour cette expérience, il arrive de la *matière électrique* jusqu'à l'espace qu'occupe la petite *plaque*, supposée devant le *centre* du *disque*, ainsi elle s'en *écarte*, et il n'y a alors d'autre différence, que moins d'*écartement* au centre que vers les *bords*; pour qu'elle ne s'*écarte* point au *centre*, l'*électrisation* du *disque* par la *bouteille* ne doit pas excéder 20°. Il faut donc amener la *bouteille* à ce point, avant que de commencer les expériences, et l'y maintenir durant leur cours, ce que je supposerai.

Si la *plaque* pend devant un des *bords* du

disque, comme aux lignes ponctuées, *figure 1*, pl. VI, dès que le disque a reçu le *fluide*, elle s'*écarte* de 2 à 3 lignes : si on la fait alors mouvoir le long du diamètre du *disque*, elle s'abaisse en allant vers le *centre*, où elle cesse de s'*écarter*, et elle se *relève*, en allant vers l'autre *bord*; cependant comme je l'ai fait remarquer, elle ne cesse pas d'être en communication conductrice avec tout le *système*. Ces phénomènes prouvent donc, que la nouvelle *matière électrique* reçue par le *disque*, n'atteint pas son *centre*, ni même (quand il n'est chargé qu'à ce point), l'espace central de 3 lignes de diamètre où se trouve la *plaque*, qui là, n'en reçoit point elle-même par ses fils conducteurs. Cela provient de ce que le *fluide déférent* du *nouveau fluide* demeure en plus grande partie au *centre*, au lieu que celui de la *circonférence* se répand en partie sur le *fluide électrique* de l'*air*; et ce surplus de *fluide déférent* au *centre* y donne à la *matière électrique* qui s'y trouvait déja, une augmentation de *force expansible* suffisante pour résister à celle qui est survenue, qui, par la raison contraire, s'accumule à la *circonférence*. Ceci est analogue à ce qui arriverait dans un disque étant creux et contenant de l'*air*, si l'on y faisait entrer de nouvel *air*, en même temps que quelque cause augmenterait

sa *chaleur* au *centre* à un degré proportionné à la quantité du nouvel *air;* alors, dis-je, la quantité de l'*air* ne changerait pas au *centre*, le nouvel *air* ne pourrait y parvenir, et demeurerait en plus grande quantité à la *circonférence*. Le même effet aurait lieu, quoique plus lentement, si l'on faisait entrer dans la cavité une nouvelle quantité d'*air* plus chaud que l'*air* extérieur; car l'*air* de la *circonférence* du vase discoïde se *réfroidissant* plus promptement que celui du *centre*, s'y condenserait davantage. Cependant la *force expansive* de l'*air*, serait égale dans tout l'air du vase; ce qui arrive aussi à la *force expansive* du FLUIDE, sur le disque; et de même qu'un THERMOMÈTRE appliqué à la *circonférence* du vase, indiquerait moins de *chaleur*, qu'en l'appliquant au *centre*; l'*influence* électrique est moins grande à sa *circonférence* du disque qu'à son *centre*.

271. D'après cette analogie, tirée de phénomènes dont la cause est connue, la non-divergence de la *plaque* au *centre* du *disque*, quoiqu'elle diverge à la *circonférence*, doit être liée à ces deux circonstances; que la *force expansive* du FLUIDE a également augmenté sur tout le *disque*, et qu'ainsi il peut transmettre du *fluide* également par tous ses points à un corps placé hors de son influence, qui serait avec lui en

communication conductrice; mais que son *influence* sur un corps voisin (analogue ici à l'effet sur le *thermomètre*, dans l'autre cas) doit être moins grande à la *circonférence*, qu'au *centre*. Ainsi, en prouvant directement que ces circonstances existent, la conséquence sera directe, qu'il n'y a point d'augmentation dans la quantité de la *matière électrique* au *centre* du *disque*, quoiqu'elle ait augmenté à la *circonférence*, et que c'est par cette raison, que la *plaque* ne *diverge* pas au *centre*, quoiqu'elle *diverge* au *bord*.

272. L'appareil que j'ai imaginé pour vérifier directement les deux effets inséparablement liés à mon système sur la *divergence*, est représenté dans la *figure II*, de la même pl., où le *disque* est vu de côté en *a*, *b* ayant encore la *tringle*, mais il ne sera question ici que d'un autre *électroscope*, qu'on voit en face du disque; il est composé de 5 pièces, distribuées dans le *Nécessaire*, et qui ont aussi d'autres usages. C'est d'abord une base de bois *c*, qui se trouve *figure II*, pl. II; une baguette de verre vernissé *d*, (*figure XII*, pl. II) portée par cette base; un petit conducteur *e* (*fig. XIII*), qui se fixe par son canon sur la baguette de verre, et qui porte une paire de petites *balles* par un double crochet (on voit cette partie du con-

ducteur représentée de front dans la *figure XV*, et de côté dans la *figure XVI*, pl. II); une longue pointe *f* (*figure XIV*, pl. II), faite de fil d'acier limé en cône, et se terminant en pointe très-aiguë par laquelle il entre dans un trou longitudinal du conducteur *e*, et qui porte à sa base une pièce de laiton circulaire de la grandeur de la petite *plaque*; enfin une paire de petites *balles* de moelle *g*, suspendues par des fils d'argent très-fins, représentées dans la *figure II*, pl. III, dans la section d'un tube de verre qui en contient deux paires semblables.

273. Voici les expériences faites avec cet appareil.

EXPÉRIENCE XXIV.

Quand le disque est chargé, si l'on met l'*électroscope* en *contact* avec son *centre* par la pièce de laiton circulaire, les petites *balles g* divergent fortement, quoiqu'à cette partie du *disque* la petite *plaque* ne divergeât point; si l'on fait passer la plaque de l'*électroscope*, toujours en contact, le long du diamètre du *disque*, les petites *balles* conservent la même *divergence*; c'est-à-dire, qu'elle n'augmente point aux *bords*, quoique la petite *plaque* y divergeât. Voilà la preuve de la première pro-

position ; que malgré la *non-divergence* de la petite plaque au *centre* du disque, il n'y est pas moins *ex* + qu'aux *bords*, la *force expansive* du FLUIDE y ayant également augmenté partout ; car la transmission du FLUIDE d'un corps à un autre dépend du degré de *force expansive* du FLUIDE, sans rapport à sa *densité*, soit à sa quantité proportionnelle de *matière électrique*. Les petites *balles* étant hors de l'influence du *disque*, la *force expansive* de leur FLUIDE n'en éprouve aucun changement ; et puisqu'elles reçoivent une même augmentation de FLUIDE par le *centre* que par les *bords* du *disque*, il faut que la *force expansive* du FLUIDE soit égale à toute sa surface.

EXPÉRIENCE XXV.

Cette expérience et la suivante sont délicates, et l'on ne peut guère les faire, sans être deux ; l'un faisant mouvoir l'*électroscope*, de manière que sa *plaque* passe à une même petite distance du *disque*, le long du diamètre, par un mouvement uniforme assez prompt, tandis que l'autre observe les petites *balles*. On voit alors que quand elles passent d'un *bord* au *centre*, leur *divergence* va en augmentant jusqu'à ce point, et qu'elle diminue en allant vers l'autre bord.

C'est ici un phénomène d'*influence*, car cette divergence cesse, quand on écarte l'*électroscope*. Le *fluide déférent* du *disque* se communiquant au FLUIDE de la petite plaque de l'*électroscope*, augmente sa *force expansive*, et en fait passer aux *balles*, qui *divergent* comme *m* +. Or, puisque cette *divergence* est augmentée quand la plaque arrive devant le *centre* du *disque*, il faut qu'il y ait là plus de *fluide déférent* qu'à la *circonférence*. C'est donc la raison pour laquelle la quantité de la *matière électrique* n'a pu y augmenter, et qu'ainsi la petite *plaque* suspendue n'y *diverge* pas.

EXPÉRIENCE XXVI.

Dans l'expérience devant le *centre*, on peut observer le même phénomène que dans l'expérience XXI. Tandis que l'*influence* s'exerce sur l'*électroscope*, et que ses petites *balles* divergent, si on l'avance lentement jusqu'au contact, on voit augmenter la divergence jusqu'à ce point, sans qu'il y ait de saut, quoiqu'au moment du contact, il passe du fluide à l'*électroscope*. Mais si l'on fait la même expérience devant le *bord*; après une augmentation graduelle de la *divergence*, moindre qu'au *centre*, au moment du *contact*, la *divergence* au-

gmente un peu plus tout-à-coup. Le premier effet dépendait de l'*influence* ou de l'action du *fluide déférent* seul, moindre au *bord* qu'au *centre*; le dernier est produit par la *force expansive* du FLUIDE sur le *disque*, qui, étant égale dans toutes ses parties, fait toujours passer la même quantité de *fluide* aux petites *balles* de l'électroscope.

274. Après ces expériences directes sur les effets du *fluide déférent*, on pourra mieux suivre la marche des causes dans les modifications qu'éprouvent les phénomènes de la petite *plaque*, suspendue devant le *disque*, par des changements de circonstances auxquels je viens maintenant.

EXPÉRIENCE XXVII.

Tandis que la *plaque*, située devant le *disque* électrisé, ne s'*écarte* point, si l'on en approche le *doigt* lentement et avec attention, elle s'*écarte*, se soulevant vers le *doigt*, et l'*on peut la tenir* écartée ainsi jusqu'à 6 lignes du *disque*, suspendue entre le *disque* et le *doigt* dont elle est voisine. Il faut avoir la main bien ferme au point convenable; car si l'on approche un peu trop le *doigt*, la *plaque* vient le frapper et retombe, et le *disque* est déchargé;

on réussira plus surement en tenant le coude sur la table. Il est difficile de voir en même temps le mouvement qu'éprouve la *balle* de l'*électroscope* du disque, parce qu'il faut porter son attention sur la *plaque* et le *doigt*; mais on peut retirer subitement le *doigt* en regardant la *balle*, et comme on la voit se relever un peu subitement, on comprend par là qu'elle s'était abaissée par la présence du *doigt* devant la *plaque*. Toutes les fois que je parlerai du mouvement de cette *balle*, je supposerai qu'on l'observe de cette manière.

275. Le *fluide déférent* du *centre* du *disque* se portant sur le *doigt*, sa quantité diminue dans cette partie du *disque*, et comme sa plus grande abondance était la cause de ce qu'il n'y arrivait pas de nouvelle *matière électrique*, ou suivant mon expression, qu'il restait $m =$, la *force expansive* du FLUIDE y diminuant alors; il devient $m +$; ce qui se fait en partie aux dépends des *balles* du disque qui perdent du *fluide électrique*; alors la *balle mobile* s'élève; puis elle s'abaisse de la même quantité quand on retire le *doigt*. Mais la *plaque* s'élève encore par une autre cause, qui porte son écartement jusqu'à 6 lignes; c'est que le *fluide déférent* qui enveloppe l'extrémité du doigt, y donnant plus de *force expansive* à son FLUIDE,

il s'en retire un peu vers le sol ; il devient donc $m -$ à son extrémité, et la *plaque*, qui est alors $m +$, se porte vers lui.

276. Toutes les positions du *doigt*, près du *disque*, qui enlèvent également du *fluide déférent* à celui-ci, y *condensant* le FLUIDE, font baisser également la *balle* de son *électroscope;* mais il en résulte des mouvements différents de la *plaque*, suivant la position du doigt.

EXPÉRIENCE XXVIII.

La *plaque* étant devant un des *bords* du *disque* électrisé, où elle s'*écarte*, si on présente le *doigt* devant elle, on y produit un plus grand *écartement* : si on le présente à côté du *disque*, un peu au dessous du niveau de la *plaque*, afin qu'elle ne puisse venir le frapper, l'*écartement* de celle-ci augmente, mais moins que dans le premier cas ; si l'on présente le doigt derrière le *disque* à l'opposite de la *plaque*, son *écartement* diminue. Dans les trois cas, la *balle* du *disque* s'abaisse. Le premier cas est le même qu'au *centre;* la plaque se porte en même temps vers le *doigt*, dont l'extrémité est devenue $m -$. Dans le second cas, cette cause cesse; mais dans le troisième, elle agit en sens contraire ; car le doigt, tou-

jours $m-$, étant derrière le *disque*, la tendance de la *plaque* comme $m+$ à se porter vers lui, diminue l'effet de sa tendance à s'*écarter* du *disque*.

277. Pour l'expérience suivante, il faut ôter le petit équipage de l'*électroscope*, afin de rendre l'effet plus sensible, parce que, lorsqu'il est en place, se trouvant éloigné de la face du *disque* sur laquelle on agit, il fournit du FLUIDE à la partie devant laquelle le *doigt* se trouve; ce qui diminue la perte qu'en éprouvent les autres parties. Je le suppose donc ôté dans l'expérience suivante.

EXPÉRIENCE XXIX.

La *plaque* étant à l'un des *bords* du *disque*, j'approche le *doigt* du *bord* opposé, de quelque manière que ce soit, devant, derrière, ou à côté, et l'écartement de la *plaque* diminue à l'autre *bord*. Le *doigt* présenté de ce côté-là a enlevé au *disque* du *fluide déférent* : le FLUIDE y perd donc de sa *force expansive*, et il en arrive des autres parties du *disque*, principalement du *bord* diamétralement opposé où se trouve la *plaque*; l'état $m+$ diminue donc à ce point, et la *plaque* s'abaisse.

278. Les oscillations de la *plaque* dans ces

opérations, empêcheraient d'apercevoir les mouvements qu'on y produit ; ainsi il faut les arrêter d'abord. Pour cet effet, le *disque* ayant reçu le FLUIDE, il faut le faire pancher un peu en arrière, en soulevant sa base par le devant, jusqu'à ce que la *plaque* s'appuie contre lui, et le rabaisser lentement ; alors la *plaque* est écartée et tranquille. On ne peut guère espérer non plus de bien apercevoir ses *mouvements*, tandis qu'on approche le *doigt*, parce que l'attention se porte sur lui ; mais on peut le retirer subitement en fixant l'œil sur la *plaque*, et alors le premier mouvement qu'elle fait étant contraire à celui qu'a produit le *doigt*, on connaît par là celui qu'elle avait fait d'abord. Je dis le premier mouvement, car aussitôt la *plaque* oscille.

279. Les mouvements de la *plaque* sont encore très-propres à analyser l'effet des *pointes* ; tel que je l'ai expliqué aux §§. 55 et suiv. On vient de voir, par les effets du *doigt*, les modifications que produit sur les corps *électrisés*, l'approche d'un corps *étendu* communiquant au sol ; ce corps leur enlève du *fluide déférent*, sans leur enlever sensiblement de la *matière électrique*, parce que les particules de l'*air* qui devraient la transmettre, perdant beaucoup de *fluide déférent* avec cette surface *éten-*

due, lui arrivent sans que leur FLUIDE ait assez de *force expansive* pour lui passer (expér. XX); en même temps que cette surface acquérant moins de *fluide déférent* sur chacune de ses parties, son FLUIDE ne passe qu'en petite quantité de chaque point vers le sol, et qu'elle diffère moins ainsi de l'état des particules d'*air*. Il résulte de là une grande lenteur dans les allées et venues de ces particules, entre le corps électrisé et celui qu'on lui présente, et ainsi peu de perte de FLUIDE par le premier. Mais une pointe très-mince n'a que peu de *surface*, d'où résulte un double effet propre à lui faire recevoir du FLUIDE des particules de l'*air;* le premier, que ces particules perdent peu de FLUIDE *déférent* avec elles; ce qui laisse au FLUIDE qu'elles ont enlevé au corps électrisé presque toute sa *force expansive;* le second, que la *pointe* recevant cependant tout le *fluide déférent* que perdent ces particules, devient fortement *m* —; ce qui rend leur approche très-rapide, et très-rapide aussi leur retour vers le corps électrisé, pour revenir à la *pointe*. Je vais d'abord faire voir l'effet de celle-ci, comparativement à celui qu'on a vu produit par le *doigt*.

EXPÉRIENCE XXX.

Prenant entre les doigts, par son bouton, la *pointe* longue et déliée, qui servait de *conducteur* à l'*électroscope* dans les expériences XXIV et suivantes, et approchant lentement son extrémité de la *plaque* soulevée, celle-ci s'abaisse graduellement et ne se relève point, le *disque* est déchargé.

280. Une approche subite de la *pointe* sert à analyser la marche des *effets* sur la *plaque*, et par là à rendre leur *cause* manifeste. L'effet du *fluide déférent* sur l'extrémité de la *pointe* pour la réduire à l'état $m-$, est *instantané*; et celui de la différence d'$m-$ à $m+$ qu'est la *plaque*, qui fait que celle-ci se porte vers la première, est aussi *instantané*; au lieu que les *allées* et *venues* des particules de l'*air* qui doivent transporter à la *pointe* le FLUIDE excédent sur le *disque*, employent un certain *temps*. C'est donc par la différence du *temps*, qu'une approche subite de la *pointe* manifeste ces deux *effets*, et ainsi la marche des *causes*.

EXPÉRIENCE XXXI.

Il faut s'exercer un peu à cette expérience. Tenant le coude appuyé sur la table, pour avoir plus de sureté dans le mouvement de la main; sans même regarder la *pointe*, afin d'avoir l'œil sur la *plaque* soulevée; il faut comme *lancer* la *pointe*; mais s'arrêter au point convenable. Alors on voit un premier mouvement de la *plaque*, se portant subitement du côté de la *pointe*, puis elle s'abaisse graduellement jusque sur le *disque*, qui est alors déchargé.

281. Je terminerai ce qui concerne ces expériences, en les employant comme exemple, pour exposer la raison générale de ce que les mouvements des *électroscopes* sont les mêmes, toutes choses égales d'ailleurs, soit que le corps *électrisé* qui exerce les *influences*, soit F + ou qu'il soit F —; parce que cette classe de phénomènes a beaucoup de variété, sans beaucoup de complications.

EXPÉRIENCE XXXII.

Si l'on emploie une *bouteille de Leyde* chargée par le *frottoir* de la machine au degré né-

cessaire, pour que son bouton fasse élever à 20° la *balle* du *disque*, qui sera alors F —, ou que posant sur un support isolant la *bouteille* qu'on employait d'abord, et la prenant par son bouton, on touche le *disque* avec son armure extérieure, ce qui le réduira au même état; répétant alors les mêmes expériences, on aura les mêmes mouvements, tant de la *plaque* que du petit *électroscope* et de la *balle* du *disque*; de sorte que sans l'épreuve ordinaire de la *nature* des *divergences*, on ne saurait trouver aucune différence dans les résultats. Cela procède de ce que les changements du *fluide déférent* dans sa position sont *inverses*, de ce que les déplacements qui en résultent de la *matière électrique* sont aussi *inverses*; de sorte que les états $m+$ sont ainsi changés en $m-$ au même degré; et que par la cause des *divergences*, telle que je l'ai expliquée d'après M. VOLTA, elles sont égales pour les mêmes degrés des deux états contraires. Ainsi aucun des résultats des expériences diverses que j'ai déja décrites, ni de celles que je décrirai encore de toutes les espèces, ne changerait, sauf l'épreuve de la *nature* des *divergences*, quand au lieu de rendre F +, les *disques* ou autres corps qui y produisent les *influences*, on les rendrait F —.

282.

282. Je termine ici les expériences faites avec cet appareil, quoique ce ne soient pas les seules auxquelles on peut l'employer. Mais il en est de même de tous les autres appareils, ainsi je pense plus tôt à indiquer la marche de chaque classe d'expériences et leurs résultats généraux, qu'à les épuiser; car, outre nombre d'autres que j'ai faites moi-même, pour m'assurer d'autant mieux de ce que j'affirmais, mais qu'il serait trop long de rapporter, j'ai rarement quitté un appareil, sans avoir déja les germes de quelque nouvelle idée, et il en viendra probablement bien d'autres à ceux qui employeront ces appareils avec du loisir.

283. Généralisant maintenant les expériences que je viens de rapporter, il en résulte, que quoique la *force expansive* du *fluide électrique* soit toujours au même degré sur un même corps conducteur, la matière électrique n'y est pas toujours également distribuée; et, d'après la cause de cette inégale distribution, elle a toujours lieu à quelque degré sur tout corps dont la figure n'est pas *sphérique*. Dans toute autre figure, les parties *dominantes* ont *plus*, et les parties *dominées* ont *moins* de *matière électrique*, parce que les premières conservent *moins*, et les dernières *plus* de *fluide déférent* dans le contact avec l'*air*; de sorte que

les *creux* changent le moins par l'*électrisation* quant à la quantité de *matière électrique*, et d'autant moins qu'ils sont plus enfoncés au dessous de la surface générale.

284. Ceci nous ramène à la question précédente, et à la conclusion générale, déja tirée au §. 266 des premières expériences sur ce sujet; savoir, que quoique les *excès* et *défaut* de *fluide électrique* comparativement au *sol*, soient proportionnels aux *surfaces*, et non aux *masses* des corps, ce n'est point une preuve que ce *fluide* ne les pénètre pas; puisque leurs *pores* peuvent en contenir, sans que les phénomènes extérieurs soient différents de ce qu'ils seraient s'il ne pouvait les pénétrer; car les *pores* sont comme des espaces *profonds*, où le nouveau *fluide déférent* augmente assez la *force expansive* du FLUIDE qui s'y trouvait déja, pour le faire résister au FLUIDE extérieur, qui perdant le *fluide déférent*, qu'il communique à l'air environnant et au FLUIDE intérieur, perd par-là une partie de sa *force expansive*, en même temps que celle du FLUIDE plus profond augmente.

285. Dans le temps où les expériences que je viens de rapporter, quoiqu'elles ne fussent pas aussi complètes, m'avaient déja fait penser, que le *fluide électrique* était probablement logé

dans les *pores* des corps, quoique nous ne l'aperçussions qu'à leur *surface ;* ce dont M. VOLTA, m'avait communiqué la première idée; un fait vint me montrer qu'il les traversait réellement. J'avais fait un *tableau magique*, simplement d'une mince couche de *cire à cacheter* rouge, étendue sur une des faces d'un disque de fer blanc d'1 pied de diamètre, qui ainsi lui servait de ce côté là comme d'*armure ;* ayant été conduit dans cette tentative par les expériences dont j'ai déja parlé au §. 215 ; cependant ce *tableau* ne se *chargea* pas. Je fis refondre la cire, pensant qu'il pouvait s'y être fait quelque gerçure, et il ne se *chargea* point encore. En examinant de nouveau la surface de la cire, j'y aperçus quelques petits *points noirs*, que je supposai être du mercure revivifié du cinabre, et qui par-là étaient *conducteurs ;* et c'est à cela que je faisais allusion au §. 444, de mes *idées sur la météorologie*. J'enlevai ces points jusqu'au fer-blanc avec la pointe d'un couteau, je mis de la poudre de cire dans les petits creux, et je la fis fondre; alors le tableau se *chargea* très-bien. Je jugeai par-là que ces points étaient en effet *conducteurs ;* que le FLUIDE qui arrivait de ce côté les traversait, et s'échappait au travers du fer-blanc; et qu'ainsi il n'était pas forcé de s'attacher à la surface de

la *cire*, qui ne peut en recevoir, que lorsqu'il est déja accumulé à un certain point sur le *disque*, comme on l'a vu par l'expérience VI, §. 226.

286. Ce phénomène me conduisit à réfléchir sur la charge même d'une *lame non-conductrice* quoique adhérente au *métal* et je compris que, puisque dans cet état, comme dans tout autre, il ne peut s'accumuler du fluide sur la surface de cette *lame* qui en reçoit, sans que la face opposée n'en perde, il faut bien que celui qui quitte ainsi la face adhérente à une surface *métallique*, la *traverse* pour passer au sol. Je ne doutai donc plus, que lorsque le *fluide électrique* trouvait des obstacles à la surface des corps *conducteurs*, les *métaux* du moins, il ne les pénétrât pour traverser leurs *pores*; et quant à ce que nous voyons cependant que son *excès* sur les corps *isolés* ne se répand qu'à leur surface, ce cas, ainsi que celui de mon *tableau*, me parurent semblables à ce qui arriverait, dans les mêmes circonstances, à une *éponge* pénétrée d'*eau*. Si l'on verse de l'eau sur cette éponge laissée libre, la nouvelle eau l'environne et coule à sa *surface*, sans qu'il y ait de cause qui puisse lui faire déplacer l'eau *intérieure*; mais si l'on faisait servir cette *éponge* de bouchon à une bouteille pleine d'eau, qui eût un

trou à son fond, bouché de quelque manière, et que renversant la bouteille, on débouchât le trou pour donner accès à l'air, l'eau intérieure, par sa pression, chasserait l'eau des pores de l'éponge, et l'y suivrait pour s'écouler. Je ne vois entre les deux cas d'autre différence, que celle de la rapidité; car quant à la différence d'un *liquide* à un *fluide expansible*, elle ne change rien à l'analogie générale, et la même expérience pourrait se faire avec l'*air*, en rompant son équilibre entre les côtés d'un corps à *pores* assez grands, mis dans la même situation.

287. Tel est le point où j'en étois demeuré lorsque je publiai mes *idées sur la météorologie;* mais j'ai maintenant une autre classe d'expériences à rapporter sur le même sujet. Pendant le cours de celles que j'ai faites à Berlin, M. le général de STAMFORD, avec qui j'ai le bonheur d'être lié d'amitié, s'y rencontrait; il prenait beaucoup d'intérêt à ces expériences, et je les répétai souvent avec lui. Je lui parlai de cette question relative à la *perméabilité* des *métaux* au *fluide électrique*, en lui rapportant le phénomène de mon *tableau magique*, et il lui vint l'idée d'un moyen d'empêcher plus directement le passage du *fluide électrique* à la surface du *métal*. C'était de couvrir d'une sub-

stance *non-conductrice*, en dedans et en dehors, les extrémités d'un grand *tube métallique*, qui resterait libre dans une partie du milieu de sa longueur; pour éprouver si le FLUIDE qu'on lui donnerait à l'*extérieur* dans cette partie nue, pourrait lui être enlevé à l'*intérieur*, quoiqu'il ne pût pas y passer par la *surface*. Une première expérience faite sous cette forme nous prouva la *perméabilité* des *métaux;* car nous enlevâmes ainsi par l'*intérieur*, le fluide donné à l'*extérieur* des tubes de *laiton* et de *fer-blanc*. Mais par degrés cet appareil a fourni des phénomènes très-intéressants, que j'expliquerai, après en avoir décrit l'appareil au point où il se trouve maintenant. Il ne fait pas encore partie du *Nécessaire*, mais il pourra y être compris une fois sans augmenter son volume; car il contient tout ce qui est nécessaire à ces expériences, excepté le *tube*, daus lequel pourrait être logée la partie cylindrique de la colonne *d*, *d*, *f*, *f*, pl. x, en ne donnant pas au tube plus de diamètre que la base de cette colonne. Mais il faudra pour cela trouver quelque moyen de prévenir un inconvénient que j'indiquerai, en décrivant l'appareil réprésenté dans la pl. VIII.

288. Une planche *a*, *a*, *a*, *a*, de même grandeur que celles du *Nécessaire*, sert de

base à cet appareil, dont toutes les parties sont comme elle, réduites à la moitié de leurs dimensions. Sur cette planche s'élèvent deux tiges de verre vernissé *b, b,* garnies à leur sommet d'un anneau pour recevoir la baguette de verre *c, c.* Le *tube d, d,* porté par cette baguette, est ici la pièce principale; c'est pourquoi j'expliquerai d'abord la manière dont il est préparé, parce que de là dépend une circonstance à laquelle je viendrai.

289. Cette pièce consiste d'abord en un *tube de laiton e, e, e, e* (lignes ponctuées) assez épais pour n'être pas courbé aisément. J'ai dit qu'il pouvait être aussi de *fer-blanc*, et produire les mêmes phénomènes. Ce tube, à l'exception d'une zône dans son milieu est couvert, tant en dedans qu'en dehors jusqu'en *f, f* et *f, f* d'un enduit de laque, mêlée d'un peu de poix noire, dans les mêmes proportions employées pour les électrophores. Ce mélange est fondu à petit feu dans un vase convenable; et l'on y plonge le tube à plusieurs fois, après l'avoir échauffé lui-même au point qu'il pût fondre ces substances. En le retirant à chaque fois, il faut laisser l'enduit s'épaissir à l'extrémité, de manière à y former un bourrelet. Cette épaisseur de la couche *non-conductrice* est un inconvénient, soit parce qu'elle est plus sujette à s'é-

clater, soit parce qu'elle diminue l'effet de la *charge ;* mais jusqu'ici elle a été inévitable, par la raison que je vais dire.

290. J'ai parlé au §. 215, de *tableaux magiques* que j'ai faits avec une couche de *cire à cacheter* très-fine et ductile, aussi mince qu'une forte carte à jouer, soit seule et formée dans de la gaze, soit étendue sur un disque de *fer-blanc*, et qui ne laissaient point passer le *fluide électrique*, excepté sur un *tableau* où elle se trouvait avoir quelques points *conducteurs.* Mais pour faire ces lames, je pulvérisais la cire et je la répandais sur ces surfaces au travers d'un tamis très-fin, puis je la faisais fondre en tenant la lame au dessus d'un feu modéré. Alors il ne s'y formait point de *bulle d'air.* Mais on n'a pas pu procéder ainsi pour le *tube ;* et, malgré toute l'attention qu'on apporte en faisant fondre la *cire*, ou tout autre enduit, par le tube suffisamment chaud, il s'y forme des *bulles*, de même que dans la masse fondue. Ce sont ces *bulles d'air* qui obligent à mettre couche sur couche de l'enduit sur le tube, afin de tâcher de fermer tous ces passages au *fluide électrique ;* et l'on n'est même pas sûr de réussir dès la première fois, ce qui donne beaucoup d'embarras, parce qu'on n'aperçoit les défauts que lorsqu'on vient à *armer* la surface extérieu-

re, comme je l'expliquerai dans la suite; mais je continuerai d'abord à décrire l'instrument.

291. Le *tube* étant ainsi garni de l'enduit *non-conducteur*, celui-ci est couvert de *feuille d'étain*, tant en dedans qu'en dehors, et des deux côtés, jusqu'en *g*, *g*, laissant ainsi sans *armure* la zône *g*, *f*. Ces *armures* peuvent être mises en communication l'une avec l'autre par une anse *i*, *h*, *i*, faite d'une lame mince de laiton, qui, par ses extrémités *i*, *i* embrasse celles du tube; et comme elle est souple et élastique, on peut la mettre et l'ôter très-aisément.

292. Il me semble que la vue de ce tube doit réveiller chez les personnes qui ont déja un peu vécu, l'idée de certains *manchons* d'autrefois, qu'on nommait *à la janséniste*, consistants en un fourreau de velours, garni de fourrure à ses deux bouts comme en dedans, et cette comparaison frappe plus encore par les diverses couleurs du tube. C'est ce qui m'a donné l'idée d'en emprunter le nom pour cet appareil, comme on a adopté pour un autre le nom de *tableau*, parce qu'on y mit d'abord quelques *figures*. Il fallait un nom à notre tube; car avec de grands rapports sans doute à la *bouteille de Leyde* et au *tableau magique*, instruments qui déja différent à quelques égards

dans leurs propriétés, ce tube en a de nouvelles. On aura donc ainsi trois instruments d'un même *genre*, mais différents dans leurs *espèces*, la *bouteille*, le *tableau* et le *manchon*.

293. La pièce K, L, M est de fil de laiton : par une révolution entière au point L, elle embrasse dans un anneau, la baguette de verre *c*, *c* à laquelle elle reste suspendue. Cette pièce dans quelques expériences demeure écartée du *manchon*, et dans d'autres, en la prenant par la partie M, on la porte dans son intérieur de manière que l'extrémité K aille reposer sur le métal découvert, comme on la voit en *k*, *l*, *m*. Deux *électrosoopes*, appartenants au *Nécessaire*, font partie de cet appareil; on en voit un monté dans la pl. VII, *figure* II; et j'en ai déja parlé en d'autres occasions : ici ils sont placés en *n*, *p*, *o* et *n*, *q*, *o*, reposant sur la planche en *n*, et *n*; l'un communique en *p* avec le tube *nu*, et l'autre en *q*, avec l'une des *armures*. Enfin une petite baguette métallique *r*, *s*, reposant sur la planche en *r*, et s'appuyant contre une des armures en *s*, sert à établir la communication des deux *armures* avec le *sol*, quand l'*anse* les fait communiquer l'une à l'autre. Si l'*anse* n'est pas en place, il faut faire appuyer la baguette à l'armure du côté qu'on peut charger.

294. J'ai d'abord décrit tout l'appareil, pour donner une première idée de son ensemble; mais, quant aux expériences, je dois remonter à son origine, car il n'est parvenu à ce point que par degrés. J'ai dit que la première idée de M. le général de STAMFORD fut, d'intercepter par un enduit *non-conducteur*, tout passage au *fluide électrique* de l'*extérieur* à l'*intérieur* d'un tube métallique par sa surface, en ne laissant découverte, tant en dedans qu'en dehors, qu'une partie du milieu de sa longueur; et d'éprouver alors si, en donnant du *fluide électrique* à l'*extérieur* dans cette partie, on l'enlèverait par l'*intérieur*. Aussitôt donc que nous eûmes un tube enduit de cette manière (il était de fer-blanc), soutenu par une baguette de verre, nous fîmes l'expérience suivante.

EXPÉRIENCE XXXIII.

Nous plaçames un *électroscope* en contact avec la partie nue *extérieure* du tube, afin qu'il indiquât le *fluide électrique* qu'on lui communiquerait par une bouteille de Leyde. L'*électroscope* divergeant donc par-là, nous touchâmes avec un fil métallique la partie découverte du tube à l'*intérieur*, et la *divergence* cessa entièrement.

295. Cette expérience fut donc du genre de celles que BACON nommait *experimentum crucis :* il n'y avait que deux *chemins*, et l'expérience devait indiquer le vrai. Le *fluide électrique* ne pouvant se mouvoir à la *surface*, à cause de l'enduit *non-conducteur* qui lui était adhérent, il n'y avait point de milieu; ou le fluide donné à l'*extérieur*, ne serait pas enlevé par l'*intérieur*, et alors le *métal* ne lui était pas *perméable ;* ou il lui serait enlevé, et en ce cas, il le *traversait :* il lui fut enlevé, ainsi le *métal* est *perméable* à ce *fluide.*

296. Nous voulûmes savoir ensuite, si l'on pourrait toucher l'*enduit* sans affecter l'*électroscope*, pour juger s'il était suffisamment *non-conducteur.* Nous trouvâmes d'abord que ce contact faisait un peu diminuer la *divergence ;* mais ce pouvait n'être que l'effet d'une accumulation du *fluide* contre la face intérieure de l'enduit, occasionnée par la perte qu'en faisait la face extérieure au point de contact; ainsi nous essayâmes de mettre une communication de cette face avec le sol par une baguette métallique, durant le contact de la *bouteille* à la partie découverte du tube. Au premier point que toucha la baguette, l'*électroscope* conserva toute sa *divergence* après la retraite de la *bouteille*, ainsi l'*enduit* était bien *isolant.* Changeant

la baguette de place, nous trouvâmes assez de différence entre divers points, dans la divergence que conservait l'*électroscope* après la retraite de la *bouteille*, et enfin à quelques points la divergence cessait entièrement. Ce dernier effet, vu les premières épreuves, ne pouvait pas être attribué à un manque d'*isolement*, ce devait être quelque passage imperceptible que trouvait le *fluide* au travers de l'*enduit*; mais en même temps cela nous apprenait une chose essentielle, c'est que le *fluide* était dans les *pores* du *métal* sous cet *enduit*, et nous fûmes engagés par-là à porter plus loin les tentatives.

297. Nous commençâmes par *armer* ou couvrir de feuille d'étain, quelques parties de l'*enduit*, pour produire une plus grande communication de sa surface extérieure avec le sol par le moyen de la *baguette*, et ce fut alors que commencèrent les difficultés. Il n'y eut qu'une des pièces de *feuille d'étain* qui pût soutenir le contact de la *baguette*, sans que la divergence de l'*électroscope* ne cessât à la retraite de la *bouteille*; partout ailleurs, la *bouteille* elle-même se déchargeait entièrement, et il ne restait aucune divergence. En mettant une nouvelle couche de l'enduit, nous fermâmes quelques passages, mais il en resta encore. Une nou-

velle couche étant toute *armée* soutint quelque temps l'épreuve; mais ensuite la charge ne se fit plus. En refondant l'*enduit* sous la *lame d'étain*, nous réussîmes à boucher les passages, mais cela encore ne dura pas, il fallut donc ôter la lame, et il se trouva au dessous de petits trous formés en divers endroits de la surface où le *fluide*, tendant de l'intérieur à l'extérieur, avait rompu les cloisons de quelques *bulles d'air*. Il fallut alors non-seulement mettre une nouvelle couche, mais la faire refondre en tenant le tube au dessus du feu assez vif, pour produire à sa surface comme un vernis, ou il ne resta plus d'apparences ni de petites éminences, annonçant des *bulles*, ni de petits creux où il venait de s'en ouvrir. Alors l'enduit put soutenir la lame d'étain, mais non d'abord des deux côtés du tube; il fallut y venir à plusieurs fois sur l'un des deux. Ainsi fut produit le *manchon*, ses deux extrémités plus renflées, et d'une couleur différente du milieu, le faisant ressembler à un *manchon* à la janséniste. Le second instrument semblable se fit avec moins de difficulté sur un tube de laiton, et j'ai réussi à un troisième; mais cela est encore trop casuel pour en faire une partie du *Nécessaire*, il faudrait trouver quelque *vernis isolant*, de l'espèce de ceux qu'on employe sur

le métal, en les passant au four, qui n'eût pas de *bulles*, et ne fût pas sujet à *s'éclater;* mais je n'ai pas eu le temps de faire ces épreuves. Jusqu'alors cet instrument ne sera à la portée que des physiciens qui savent mettre la main à la construction des leurs.

298. Je viens maintenant aux expériences sur un de ces instruments qui a bien conservé ses propriétés, après néanmoins une crise que j'indiquerai.

EXPÉRIENCE XXXIV.

Le *manchon* ayant son *anse* pour mettre en communication les deux *armures*, et l'une de celles-ci étant mise en communication avec la base de l'instrument par la baguette *r, s,* il faut appliquer le bouton de la *bouteille* bien chargée à la partie découverte du tube, comme au point *t*. Otant alors la *baguette*, et touchant d'un doigt une des *armures*, puis d'un doigt de l'autre main la partie *découverte*, on éprouve la commotion, et quelquefois jusqu'au coude. Si l'on employe à ce double contact deux doigts d'une même main, on n'éprouve la commotion que dans cette main, et elle est moins forte.

299. Il faut éviter de toucher la *baguette*,

tandis que la *bouteille* est appliquée à la partie *découverte* du tube ; car on peut décharger tout-à-coup la *bouteille*, et éprouver une forte commotion ; ce qui m'est arrivé, et c'est la crise dont j'ai parlé ci-dessus. Mon *manchon* allait très-bien depuis un certain temps ; quelque file de *bulles* qui s'y trouvait avait résisté à la tendance du *fluide* à se porter de l'intérieur de l'enduit à l'extérieur contre l'*armure* devenue *négative*, mais par la table seulement ; elle ne résista pas quand mon corps servit d'intermède entre cette *armure* et celle de la *bouteille* tenue dans l'autre main ; les cloisons des *bulles* furent rompues, et le *manchon* ne put plus se *charger*. J'ôtai l'*anse*, et je trouvai alors le côté qui avait souffert ; j'y fis refondre l'enduit, et l'instrument reprit ses fonctions qu'il a conservées, parce que cet incident avait manifesté sa *partie faible*, qui fut réparée, et que je ne l'expose plus à la même épreuve.

300. On peut opérer séparément sur chaque côté du *manchon*, en le mettant seul en communication avec le *sol*, tandis que la *bouteille* est appliquée à la partie *découverte*, sans que le côté qui ne communique pas avec le *sol*, participe à la *charge*, et c'est là une première propriété particulière à cet *instrument* ; mais on peut, de plus, *charger* les deux côtés

côtés en commun, et produire deux *décharges* distinctes.

EXPÉRIENCE XXXIV.

Ayant chargé le *manchon* avec l'*anse ;* ce qui n'exige de communication avec le sol que d'un côté, il faut ôter la *baguette*, puis l'*anse*. Touchant alors d'un *doigt* une des *armures*, et d'un autre *doigt* la partie *découverte*, on éprouve une *commotion* moitié moins forte que la précédente. Si alors, sans cesser de toucher la partie *découverte*, on porte un doigt à l'autre *armure*, on éprouve une nouvelle *commotion*.

301. Arrêtons-nous à ces premiers phénomènes. Nous avons ici une *lame métallique* entièrement embrassée des deux côtés, à ses deux extrémités opposées par une *couche non-conductrice* qui lui est *adhérente*. Cette *lame* est circulaire ; ainsi le *fluide électrique* donné à l'*extérieur* de sa partie *découverte*, n'a point de route à la *surface* pour arriver à ses *extrémités ;* cependant partout où la *couche non-conductrice* communique avec le *sol* par sa surface *extérieure*, elle se trouve *chargée*. Il faut donc que la *lame métallique* soit, à l'égard du *fluide électrique*, comme une substance

spongieuse est à l'*eau*; qu'elle reçoive ce fluide dans ses *pores*, et qu'il aille s'appliquer à leurs orifices contre la *lame non-conductrice*, dès que celle-ci en perd à l'extérieur.

302. Dans la *charge* du *manchon*, comme dans celle du *tableau*, l'*armure* qui reçoit le *fluide*, en retient la quantité qui l'élève au degré de *force expansive* de la source; c'est ce qu'annonce l'*électroscope* appliqué à l'un et à l'autre de ces instruments du côté par lequel arrive le *fluide*. Quand on fait la *décharge* d'un seul *côté* du *manchon*, on enlève cet *excès* à la partie *découverte*; mais c'est le seul effet qui en résulte quant à l'autre côté, dont l'*armure*, de O qu'elle était auparavant par sa communication avec le *sol*, devient *négative*.

EXPÉRIENCE XXXV.

Après la charge des deux côtés par l'*anse*, enlevant d'abord la *baguette*, puis l'*anse*, si un *électroscope* est appliqué aux *armures*, il ne *diverge* point, parce qu'elles venoient de communiquer avec le *sol*; mais celui qu'on met à la partie *découverte*, *diverge* fortement, parce que cette partie retient l'*excès* qui l'avait mise au niveau de la *bouteille*. Si on laisse l'*élec-*

troscope à l'*armure*, et qu'on fasse la *décharge* de l'autre côté, l'*électroscope* de la partie *nue* cesse de *diverger*, celui de l'*armure* diverge fortement, et, en le retirant, on le trouve *négatif*.

303. Après la *charge* le FLUIDE des *armures* avait le même degré de *force expansive* que celui du *sol*, ainsi l'*électroscope* qui leur était appliqué, ne leur enlevait, ni ne leur transmettait du FLUIDE : mais cet état des *armures* était produit par le *fluide déférent* appartenant à l'excès du FLUIDE intérieur, qui augmentait la *force expansive* du leur; elles avaient réellement perdu un peu de *matière électrique*. Lors donc que l'excès est enlevé par le *métal* à l'intérieur de la lame *non-conductrice* du côté qui ne se *décharge* pas, le FLUIDE extérieur n'en recevant plus du *fluide déférent*, perd de sa *force expansive*, il est *ex* —, comparativement au *sol*, et par conséquent à l'*électroscope*, dont il enlève ainsi un peu de FLUIDE, et il devient *négatif*, ou F —.

304. On peut alors répéter de ce côté, en laissant les *électroscopes* à la partie *découverte*, et à l'*armure*, la *décharge successive* dont on a vu un exemple dans les expériences sur le *tableau*.

EXPÉRIENCE XXXVI.

Il n'y a plus d'*excès* de *force expansive* du FLUIDE dans le *métal;* ainsi l'*électroscope* ne *diverge* pas de ce côté là ; mais il y a un *excès* de *matière électrique* aux orifices de ses *pores*, contre la substance *non-conductrice*, et il ne manqua que de *fluide déférent* pour pouvoir s'en détacher, une partie de ce dernier passe à l'autre côté de la lame *non-conductrice*, où le manque de FLUIDE fait aussi manquer du *fluide déférent*, et c'est maintenant à un tel degré que le FLUIDE n'a plus autant de *force expansive* que celui du *sol;* l'*armure* peut donc en recevoir par un attouchement. Alors deux effets visibles s'opèrent ; l'*électroscope* cesse de *diverger* à l'*armure*, et il *diverge* à la partie *découverte*. C'est parce que le FLUIDE arrivé à l'*armure* y a apporté du *fluide déférent*, et que celui-ci se partageant entre les deux faces, renouvelle un *excès* de *force expansive* dans le FLUIDE intérieur, ce qui en fait passer à l'*électroscope*, qui devient F +. On peut donc alors, en touchant la partie *decouverte*, enlever une partie du FLUIDE à la surface intérieure de la couche *non-conductrice*, et alors le *défaut* de *force expansive* se manifeste de nouveau à

l'*extérieur*, parce que le FLUIDE ne reçoit plus autant de *fluide déférent* de l'*intérieur*. On conçoit que par ces contacts alternatifs, tantôt donnant du FLUIDE à l'extérieur par communication du *sol*, et renouvelant ainsi l'*excès* de *force expansive* à l'intérieur, et tantôt ôtant du FLUIDE de l'intérieur, et renouvelant ainsi le *défaut* de *force expansive* à l'extérieur, on rétablit enfin l'équilibre du *fluide* entre les deux faces de la lame *non-conductrice*; mais c'est une opération fort longue, parce que les effets des contacts alternatifs, ne diminuent que fort lentement, et l'on s'impatiente enfin. Je reviendrai à ce point, parce que le *manchon* s'y distingue encore du *tableau*.

305. Les *décharges* dont je viens de parler peuvent se faire par la partie *intérieurement découverte* du *manchon*, comme par la partie *extérieure*; c'est à quoi sert la pièce K, L, M, planche XI.

EXPÉRIENCE XXXVII.

Ayant chargé le *manchon*, ou des deux côtés par l'*anse*, ou d'un côté seulement, ou enfin dans le premier cas, ayant ôté l'*anse*, il faut amener cette pièce dans la situation *k*, *l*, *m*. La boucle *m* représente alors la partie décou-

verte *intérieure*, puisqu'elle lui communique; or, en la touchant en même temps qu'une des *armures*, on fait, avec *commotion*, toutes les *décharges* précédentes, comme si l'on touchait la partie découverte à *l'extérieur*. C'est le même phénomène que l'expérience XXXII, mais avec plus de certitude que le FLUIDE ne peut être que dans les *pores* du *métal*, et qu'il les traverse d'un côté à l'autre; parce qu'on est sûr de l'entière *adhérence* de la substance *non-conductrice* à la *surface* du *métal*, et qu'ainsi elle n'en transmet point du dehors au dedans.

306. Cette parfaite *adhérence* de la substance *non conductrice* au *métal*, donne lieu à une troisième différence du *manchon* au *tableau*, qui le rapproche de la *bouteille*; c'est qu'après une *décharge* complette, le premier ne reste pas *électrophore*. J'ai expliqué, d'après M. VOLTA, pourquoi le *tableau* a cette propriété; c'est que ses *armures*, savoir, les *disques*, n'ont qu'un *contact* très-imparfait avec ses surfaces, et parce que les substances *non-conductrices* ne reçoivent ni ne cèdent du FLUIDE qu'au *contact immédiat*. C'est pourquoi, malgré le contact simultanément soutenu des deux *disques* contre le *tableau*, celle de ses surfaces qui a reçu le FLUIDE, en retient un peu, et l'autre surface ne reçoit pas tout ce qu'elle en

a perdu ; et de-là résultent les effets *électrophoriques*, de la manière que j'ai expliquée. Mais dans le *manchon*, vu l'*adhérence*, l'équilibre est entièrement rétabli par la *décharge complette*.

307. Je fais cette distinction dans les *décharges*, parce que dans les trois instruments analogues, la *bouteille*, le *tableau* et le *manchon*, la *décharge* n'est pas complette, quand elle s'opère seulement à l'*approche* du second doigt ; car on s'arrête d'abord, ce qui laisse un peu de *charge* ; je vais le faire voir à l'égard du *manchon*.

EXPÉRIENCE XXXVIII.

Lorsqu'on a fait la *décharge* de cet instrument, ayant un doigt appuyé à l'une des parties, et, approchant seulement le second doigt à l'autre partie, si l'on place les *électroscopes* aux deux points, comme par exemple en *p* et *q*, pl. VIII, celui de la partie *touchée*, quelle qu'elle soit, ne *diverge* pas, et celui de la partie simplement *approchée* a plus ou moins de *divergence*, suivant qu'on a approché de plus près. Si l'on touche le côté où se trouve la *divergence*, elle cesse, et il en naît une de l'autre côté. Alors vient cette fin de *décharge* par des contacts

alternatifs qui est très-longue; mais le contact *simultané* détruit toute *divergence*, et il n'en naît plus; au lieu qu'on a vû §. 253, qu'au *tableau*, après que les *divergences* ont été nulles un moment par l'effet d'un contact simultané, quelque soutenu qu'il soit, elles se renouvellent, au bout d'un peu de temps, et annoncent ainsi les effets *électrosphoriques*.

308. J'ai voulu cependant essayer le *manchon* sous ce point de vue, et voici l'expérience que j'ai faite.

EXPÉRIENCE XXXIX.

J'ai préparé deux plaques de laiton, courbées de manière que l'une embrassait exactement la partie *découverte* du tube, et l'autre une des *armures*. J'ai fixé au dessus de la partie convexe de chaque plaque, avec de la cire molle, l'extrémité d'une baguette de verre courbée de manière qu'en la tenant d'une main, je pusse faire appliquer exactement les plaques à leurs parties respectives. J'avais ainsi une des mains libre, et je touchais simultanément de deux doigts, les plaques au contact du *manchon*. Si, après une *décharge complette*, l'instrument fût demeuré un *électrophore*, en retirant les plaques, et touchant de l'une un *électroscope*, elle

l'aurait fait *diverger*, et l'autre aurait détruit cette *divergence*; mais elles n'y produisirent aucun effet. Cette propriété du *manchon* lui est commune avec la *bouteille de Leyde*, et c'est par l'*adhérence*; mais il y a une grande différence entre les deux instruments, en ce que dans le manchon une seule *lame métallique* sert d'*armure adhérente* à deux *lames non-conductrices* et doit les charger par ses *pores*, au lieu que dans la *bouteille*, l'*armure* qui reçoit le FLUIDE est découverte.

309. Je crois que ces expériences ne doivent laisser aucun doute sur la *perméabilité* des *métaux* au *fluide électrique*, quoique dans les cas ordinaires, l'*excès* ou le *défaut* comparativement à l'état actuel du *sol*, ne se rapporte qu'aux *surfaces*. Mais dans ces cas, le *corps métallique* est *isolé*; et le FLUIDE aussi étant libre de se répandre à sa *surface*, il produit sur le FLUIDE intérieur, par son *fluide déférent*, l'effet que j'ai expliqué au §. 265. Au lieu que si le *métal* a une communication avec le *sol*, et que le FLUIDE trouve un obstacle à sa *surface* par une substance *non-conductrice* qui y soit *adhérente*, celui qui arrive à cet obstacle pénètre le *métal*, chasse le FLUIDE intérieur du côté de l'*issue*, et le suit dans les *pores*.

310. J'ai fait d'autres instruments analogues

au *manchon ;* c'est avec les mêmes difficultés par les *bulles* d'*air ,* faute d'un enduit *non-conducteur* qui n'eût pas cet inconvénient; mais avec de la patience j'en suis venu à bout. C'est d'abord un tube d'un pied de long, et de 5 à 6 lignes de diamètre intérieur, préparé par immersion dans la substance fondue, en laissant seulement un espace d'un pouce libre dans le milieu de sa longueur, puis revêtu extérieurement de feuilles d'étain jusqu'à 8 à 9 lignes de distance de cet espace. Ce *tube* produit les mêmes effets que le *manchon ,* et les secousses qu'il fait éprouver sont assez fortes, quand les deux côtés communiquent entre eux. J'ai garni de la même manière, mais avec bien de la difficulté, une baguette de laiton solide, d'un pied de long et 2 à 3 lignes de diamètre; elle produit les mêmes effets, mais très-foiblement.

311. Dans les premières expériences que nous fîmes, M. DE STAMFORD et moi, le *manchon* était porté en forme de lampe, par une baguette de *verre* verticale, le long de laquelle il pouvait monter et descendre, étant porté par un bras terminé par un anneau élastique. Cette baguette était garnie à son pied d'une virolle de laiton, qui y tenait par de la *cire à cacheter,* et la virolle entrait dans l'une des extrémités d'une planche, plombée par dessous pour

empêcher l'instrument de trébucher. M. DE STAMFORD remarqua qu'en touchant le haut de cette baguette de *verre* avec le bouton d'une *bouteille* chargée, il faisait diverger assez tôt les *électroscopes* appliqués au *manchon;* ce qui manifestait une assez grande faculté *conductrice* dans le *verre;* et comme nous nous occupions de *perméabilité*, il nous vint à l'esprit d'éprouver le *verre* sous ce point de vue; ce dont nous avions un moyen dans cette baguette, parce que la *cire* ne recouvrait pas sa *section* à l'extrémité qui traversait la planche. Voici donc l'expérience que nous fîmes.

EXPÉRIENCE XL.

Nous ôtâmes le *manchon*, et plaçâmes la planche sur un pied isolant, laissant dépasser l'extrémité qui portait la baguette de *verre*. Nous plaçâmes un *électroscope* sur la planche, en contact avec la baguette, et un autre au dessous de la planche, en contact avec la partie découverte du *verre*, puis nous donnâmes du FLUIDE au haut de la baguette. Dans plusieurs répétitions, l'*électroscope* sur la planche *divergea* toûjours, seulement plus ou moins vîte, mais celui de dessous ne *divergea* jamais.

312. Cette première épreuve nous en fit venir

à l'esprit une seconde; celle de monter une baguette *métallique* exactement de la même manière que celle de *verre*.

EXPÉRIENCE XLI.

La baguette *métallique* étant placée sur le pied isolant, avec ces deux *électroscopes*, situés de la même manière, il n'y eut aucune différence dans leurs mouvements, dès qu'on touchait le haut de la *baguette* avec la *bouteille*.

313. Ces expériences comparatives, en prouvant de nouveau que le fluide électrique *traverse* ces *métaux*, font voir en même temps, qu'il ne pénètre pas le *verre*, comme quelques physiciens l'avaient pensé, pour tâcher d'expliquer les phénomènes de la *bouteille de Leyde*; supposant un *ralentissement* du *fluide* dans les pores de cette substance. Mais les phénomènes que nous avions observés, montrant assez de mouvement du *fluide* à la *surface* du *verre*, il était intéressant de l'y suivre, et d'éprouver l'effet du *vernis*; puisque c'est-là notre moyen d'*isolement* pour les corps *électrisés*. C'est le but d'une baguette de *verre* ajoutée au *Nécessaire*, où elle est logée dans une rainure à l'un des côtés de la planche de dessous; elle est de

verre solide, d'environ un pied de long et deux lignes de diamètre, et dans une longueur de deux pouces, à quelque distance d'une de ses extrémités, elle est couverte du même *vernis* de *laque* passé sur toutes les pièces de verre du *Nécessaire*. Cette baguette est portée par les *disques* placés sur leurs bases ordinaires, savoir les *demi-planches*; mais à la place des *électroscopes* de ces *disques*, on leur fixe des anneaux de laiton, *figure* XXI, pl. III, dont la queue (qu'on ne voit pas dans la *figure*, parce qu'elle est noyée dans la planche), entre dans le même trou des *disques* que les *électroscopes*. Les demi-planches se joignent par leurs extrémités opposées à celles qui portent les *disques*, seulement on les écarte pour faire entrer les extrémités de la *baguette de verre* dans les anneaux, puis on les rapproche. On place alors les deux mêmes *électroscopes* des expériences précédentes en contact avec le *verre* nud aux deux côtés du *vernis*. Voici l'expérience.

EXPÉRIENCES XLII.

Si l'on donne du *fluide électrique* à l'un des *disques*, celui du côté de la plus grande étendue de *verre* découvert, on observe, en divers temps, l'un des trois phénomènes suivants.

1°. Quelquefois le contact de la *bouteille* ne fait aucune impression sur les *électroscopes*.

2°. Plus souvent, celui du côté par lequel arrive le *fluide*, diverge plus ou moins promptement, quoiqu'à 4 ou 5 pouces de distance, et celui qui est placé de l'autre côté du *vernis* ne fait aucun mouvement. Alors aussi, en touchant, ou le *disque*, ou la *baguette*, du côté par lequel est arrivé le *fluide*, on fait cesser la *divergence* de l'*électroscope*; et l'on n'y produit aucun effet en touchant l'autre côté de la *baguette*, ou le *vernis*.

3°. Quelquefois aussi, l'*électroscope* placé au-delà du *vernis*, acquiert par degrés un peu de *divergence*.

314. Ce dernier effet paroît tenir à l'*humidité* de l'*air*; s'il s'en attache au *vernis*, c'est elle qui transmet un peu de *fluide*. Il est possible aussi que la différence du premier au second cas tienne en partie aux différents degrés d'*humidité* de l'air; mais il paraît y avoir quelqu'autre cause; car j'avais trois baguettes de même *verre*, sur lesquelles je répétais ces expériences en même temps, les ayant tenues dans un même lieu, et je trouvais quelquefois les mêmes différences entre elles, sans distinction; c'était tantôt l'une, tantôt l'autre, qui refusait de transmettre le *fluide* à l'*électroscope*,

tandis que les autres, ou une des deux, le transmettaient. Quelquefois une *baguette* l'avait refusé, et, sans la déplacer, elle revenait à le transmettre; alors elle continuait de produire le même effet. Si je passais le bouton de la bouteille sur une *baguette* qui se trouvait dans l'état de ne pas transmettre le *fluide*, je faisais *diverger l'électroscope;* et alors aussi en enlevant le *fluide* par attouchement au *disque*, elle le transmettait de nouveau.

315. Je n'ai pas eu le loisir de varier ces expériences de quelqu'autre manière, pour tâcher de découvrir la cause de ces différences, et je ne sais si je pourrai les reprendre; mais elles me paraissent intéressantes à suivre, puisqu'il s'agit d'un objet important à toutes les expériences électriques, l'*isolement;* et en particulier elles peuvent servir à des épreuves sur les différentes compositions de *vernis*, afin de reconnaître celui qui *isole* le mieux.

316. Pour conclure maintenant cette SECTION, où les phénomènes que j'ai parcourus, quoique tendants à la question de la *perméabilité* des corps au *fluide électrique*, sont aussi importants en eux-mêmes, et se lieront à d'autres objets, je crois prouvé: que les *métaux* sont *perméables* à ce *fluide*, quoique son *excès* ou *défaut*, comparativement au *sol*, ne se rapporte